

土木試験所報告

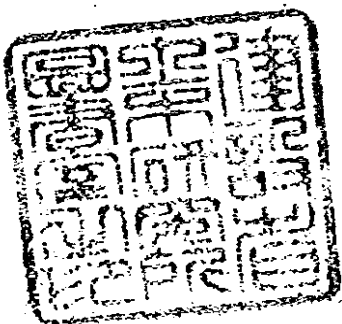
第五十七號

本邦道路橋の重量 (第2報).....内務技師 青木楠男... 1

コンクリート用骨材の性質並に
之に基く骨材の所要量の決定.....内務技師 金子 柁...25

昭和十五年十一月

内務省土木試験所



建設省沼津支所圖書			
分類	Ⅱ-K	番号	1-49
購入年月日	年 月 日		

本邦道路橋の重量(第2報)

内務技師 青 木 楠 男

目 次

I. 緒 言	(1)
II. 鋼橋の鋼重	(2)
(1) 上路钣桁橋	(2)
(2) 上路突桁式钣桁橋	(4)
(3) 上路直弦鋼構橋	(6)
(4) 下路直弦鋼構橋	(7)
(5) 下路曲弦鋼構橋	(8)
(6) 鋼拱橋	(10)
III. 鉄筋コンクリート橋のコンクリート量と鉄筋量	(13)
(1) T型鉄筋コンクリート単桁橋	(13)
(2) ゲルバー型鉄筋コンクリート桁橋	(16)
(3) 鉄筋コンクリート連続桁橋	(19)
(4) 鉄筋コンクリート拱橋	(21)
IV. 要 約	(22)

I. 緒 言

本稿は主として昭和3年以降同11年迄に竣功せる本邦主要街路、國道並に府縣道橋に関する資料に基きて、各種型式の橋梁に對する重量公式を求めたもので、曩きに著者が土木試験所報告第32號にて發表せる昭和3年以降同8年までに架設せられたる道路橋につきて求めたる重量公式を資料の増加によつて更正したものである。

本邦近代道路橋の發達を見るに、これを大體3期に分つことが出来、大正9年道路法實施以前のもの、實施以後昭和3年構造令細則案の内定せらるゝに至るまでのもの、昭和3年同細則案の實施以後のものこれである。

これ等の中昭和3年以前のものは其構造、能力等比較的統一せられず、構造令細則案に基きて設計せられたるものに比し幾分趣きを異にするやの感がある。従つて著者が本邦道路橋鋼重公式算出にあつては、資料を主として昭和3年以降架設のものゝみに限定した。これに用ひたる資料の橋數は440橋である。

元來道路橋に於ては同一型式のものに於ても其幅員、主桁數、床部構造其他細部が多岐多様に互るが故に鐵道橋に於けるが如く、橋梁單位長當りの重量を、支間の函數として表示することは頗る困難である。従つてこの計算に於ても鋼重の表し方は從來の慣例にならひ單位橋面積當りの重量を支間の函數として表はすことゝし、橋面積としては有效橋面即ち、有效幅員×支間(場合により徑間長)を採つた。

公式の算定に當つて、必要ある場合は同一型式のものゝ中に、主桁數、歩道ブラケットの有無等によりて細分しなるべく重量變化の統一をはかることにとめたるも、尙所期の結果を求め得ず、圖表上に現はれたる實數値の散在性甚しく、これ等を同一公式によつて表示せんとすることの無謀さを感ぜしむるものも尠くない。この不統一は一面に於ては道路橋、本來の性質上止むを得ざる事柄ならんも、他面に於ては從來道路橋設計に對する設計仕方書並に設計標準の確固たるものなかりしことも其原因たることを免れないものと信ずる。

橋梁型の分類は鋼橋に於ては(1)上路鉸桁橋(2)上路突桁式鉸桁橋(3)上路直弦鋼構橋(4)下路直弦鋼構橋(5)下路曲弦鋼構橋(6)鋼拱橋とし、鉄筋コンクリート橋に於ては(1)T型鉄筋コンクリート単桁橋(2)突桁式鉄筋コンクリート桁橋(3)鉄筋コンクリート連続桁橋(4)鉄筋コンクリート拱橋とし、必要に應じ街路橋、國道橋、府縣道橋の區別、上部水平構の有無、歩道ブラケットの有無、主桁數等による區別を明かならしめた。

鋼橋に對しては橋梁總鋼重 W (kg/m^2) と主桁のみの鋼重 w (kg/m^2) とを夫々支間 l (m) の函數として表はし、これ等の間の關係は孰れの場合も

$$W \text{ (又は } w) = al + b$$

の直線式にて示さるゝものと假定し定數 a 及 b を最少自乗法を以つて決定した。 W (又は w) と l との關係を直線式以外のものとして取扱ふ場合あるも、この關係を複雑ならしめて正確なる結果を求むるにはあまりに實在の資料の圖表上に示す散在性甚しく、結局最も簡單なる直線式を採用するを最も賢明なりと認めた。

鉄筋コンクリート橋に對しては上記の W 及 w に代ふるに單位橋面積當りの主桁體用(欄干親柱等を除く)コンクリート體積 V_c (m^3/m^2) と鉄筋量 W_s (kg/m^2) とを用ひた。

尙 W , w , V_c , W_s 等の算出に當り、橋面有效面積及鋼重の採り方に各府縣より送附されたる資料の統計のとり方の相違から、幾分の不統一ありたるも大勢には關係なきものと信ずる。

II. 鋼 橋 の 鋼 重

(1) 上 路 鉸 桁 橋

上路鉸桁橋の鋼重公式算定のために蒐集したる資料は表-1 に掲ぐる 39 橋である。

これら 39 橋中 1~4 は街路橋であつて 3 の本戸橋を除きては主桁數も他の道路橋に比較して多く其鋼重も甚だ大であるために一般鋼重公式の算定にはこれらを除外した。

5~29 は國道橋又はこれに準すべきもの、30~39 は府縣道橋である。

兩者間には其自動車荷重規格荷重等に於て相違ある爲鋼重に於いても何等かの差異の生ずべきことを豫期したるも、全然其傾向なく鋼重より見たる兩者の區別は困難である。依つて鋼重公式の算出は國府縣道橋を一括せるものを求めた。

此等 35 橋について其主桁數を見るに、中 4 橋が 4 又は 5 主桁を有するのみにて其他の 34 橋はすべて主桁數 2 である。主桁數の多きものは大體の傾向として主桁數 2 のものに比して鋼重大である。

又 7 の正條橋 8 の勝浦濱橋 30 の木間塚橋の 3 橋は歩道ブラケットを有するためか幾分他のものに比して鋼重の増加せるを認める。

更に 9~19 の 11 橋は臺灣總督府架設の橋梁であつて其型式は殆んど同一であり、且つ其鋼重が他の主桁 2 を使用せる内地の鉸桁橋に比して幾分大なることが認められる。この理由は橋梁規格が幾分異なるところあらんも、むしろ細部構造上の取扱ひの差に基くものと考へる。

鋼重公式の算出には先づこれ等特殊の關係にあるものを區別せず、國府縣道橋 35 橋を一括しての重量公式を求むるとき

$$W = 7.67 l + 61.6 \dots\dots\dots (1)$$

$$w = 7.06 l + 10.9 \dots\dots\dots (2)$$

表-1 上路鋼桁橋鋼重表

(一 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (<i>l</i>) (m)	有効 幅員 (m)	主 桁 間隔 (m)	桁 数	桁 高 (<i>h</i>) (m)	梁 間隔 (m)	桁 数	總鋼重 (kg)	橋面1m ² 當鋼重 (kg/m ²) 主桁床版其他	床版用 コン クリ ート (m ³ /m ²)	備 考				
1	北大路	京 都	1	10.04	22.06	—	18	—	—	—	64,298	277	241	21	15	0.250	* 斜橋	
2	北大路	京 都	1	14.04	22.06	—	18	—	—	—	105,334	329	293	21	15	0.250	#	
3	本 戸	東 京	1	17.40	13.24	8.92	2	1.800	10	1.20	7	46,466	193	78	94	24	0.164	架出し桁を有す
4	石津川	大 阪	1	18.00	25.00	2.94	9	1.450	12	1.48	8	130,750	278	183	72	21	0.250	
備考				*歩道下 2.5m		車道下 1.8m		軌道下 0.7m										

備考 *歩道下 2.5m 車道下 1.8m 軌道下 0.7m

(二 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (l) (m)	有効 幅員 (m)	主 桁 間隔 (m)	桁 数	桁 高 (h) (m)	梁 間隔 (m)	桁 数	総 鋼 重 (kg)	橋面1m ² 當鋼重 (kg/m ²) 主桁床版其他	床版用 コン クリ ート (m ³ /m ²)	備 考				
5	關 造	伊 賀	2	14.580	12.00	2.70	5	0.950	15	1.35	4	44,000	198	134	48	16	0.218	
6	江 合	宮 城	2	16.800	7.50	6.00	2	1.410	12	1.50	3	20,744	161	87	36	38	0.260	
7	正 修	兵 庫	2	18.500	7.60	6.00	2	1.600	12	2.00	2	29,116	202	—	—	—	0.226	両側11.1m架出し桁あり
8	普濟寺	徳 島	2	18.700	7.30	4.27	2	1.700	11	1.45	2	29,800	212	113	—	—	0.213	歩道架出し桁を有す
9	大 平	滋 賀	2	19.304	5.00	4.50	2	1.500	13	1.50	2	145,260	241	185	47	19	0.250	1.4m架出し
10	瑞 穂	滋 賀	2	19.304	5.00	4.35	2	1.500	13	1.40	2	121,050	242	184	47	19	0.225	
11	榮 橋	滋 賀	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	231,600	230	180	47	9	0.243	
12	北 池	滋 賀	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	247,300	224	173	48	9	0.230	
13	平 和	滋 賀	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	267,553	243	180	46	21	0.210	
14	君ヶ代	滋 賀	2	19.545	5.45	4.50	2	1.500	13	1.50	2	1,048,030	219	170	44	9	0.221	
15	八千代	滋 賀	2	19.545	5.00	4.30	2	1.500	13	1.40	2	233,820	236	184	47	9	0.225	
16	東 石	滋 賀	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	258,830	235	184	47	9	0.225	
17	料 源	滋 賀	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	211,770	233	184	47	9	0.225	
18	千 代	滋 賀	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	141,820	236	184	47	9	0.225	
19	巖 池	滋 賀	2	19.545	5.00	4.20	2	1.600	12	1.40	2	235,869	235	184	47	9	0.225	
20	高 砂	東 京	2	19.600	7.50	4.50	2	1.450	14	1.50	2	28,732	184	100	36	48	0.184	
21	大和橋	茨 城	2	20.000	7.50	2.50	2	1.660	12	1.25	3	39,360	262	181	31	50	0.171	
22	秋田大	秋 田	2	20.000	7.50	6.50	2	1.600	12	1.30	4	305,000	203	120	66	18	0.175	
23	千 島	愛 知	2	20.400	12.00	8.60	2	1.610	13	1.43	5	94,764	187	93	84	16	0.135	歩車道の區別あり
24	名 取	宮 城	2	20.840	7.50	7.28	2	1.450	14	1.70	—	31,868	202	108	34	60	0.170	1.86m架出しあり
25	白 石	宮 城	2	20.840	7.50	7.28	2	1.450	14	1.70	—	31,111	196	107	34	55	0.173	
26	青 岩	岩 手	2	21.000	6.00	5.60	2	1.700	12	1.40	3	236,700	209	—	—	—	0.250	
27	千 代	島 根	2	21.840	7.50	6.80	2	1.510	14	1.70	3	33,701	201	136	57	8	0.180	
28	神渡川	埼 玉	2	22.200	7.50	—	2	1.540	14	—	—	36,611	214	—	—	—	0.187	
29	賀 屋	福 井	2	25.200	9.00	2.80	4	1.200	21	—	—	59,386	242	208	16	18	0.255	斜 橋

(三 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (l) (m)	有効 幅員 (m)	主 桁 間隔 (m)	桁 数	桁 高 (h) (m)	梁 間隔 (m)	桁 数	総 鋼 重 (kg)	橋面1m ² 當鋼重 (kg/m ²) 主桁床橋其他	床版用 コンク リート (m ³ /m ²)	備 考			
30	本間	徳 島	3	12.04	4.51	2.75	2	0.910	13	—	160,725	151	92	41	23	0.161	両側1.10m架出し桁
31	相 川	徳 島	3	13.30	3.66	3.05	2	0.915	15	1.75	1	6,960	138	—	—	—	0.171
32	坂 君	徳 島	3	13.40	4.60	3.94	2	0.915	15	1.00	3	9,400	144	80	56	8	—
33	秋 田	山 口	3	13.60	6.56	1.84	4	0.700	19	—	240,890	160	137	—	26	0.189	
34	小 井	本 三	3	17.50	5.40	4.50	2	1.360	13	1.60	2	16,843	170	117	43	11	0.170
35	小 瀬	名 城	3	17.91	5.50	4.80	2	1.260	14	1.60	2	172,166	145	89	55	—	0.176
36	中 角	福 井	3	17.95	5.50	1.60	4	1.200	15	—	25,702	254	—	—	—	0.210	
37	美 濃	滋 賀	3	18.20	3.60	3.00	2	1.110	16	1.50	1	51,720	197	157	9	32	0.167
38	三 河	茨 城	3	18.85	5.50	4.50	2	1.370	14	1.52	2	18,722	174	108	32	34	0.200
39	高 松	徳 島	3	25.00	5.50	4.50	2	1.600	14	0.75	2	33,700	239	—	—	—	—

適用範囲 等級 二、三等橋 支間 12.04~25.2 m 幅員 3.6~12.0 m 主桁数 2~5
となる。

今表一に於て歩道ブラケットを有する 7, 8, 23, 39, 主桁数 3 以上なる 29, 33, 36, 臺灣總督府の架設にかゝる 9~19 並に他橋に比して著しく鋼重大なりと認めらるゝ 39 を除きて鋼重公式を求むるとき

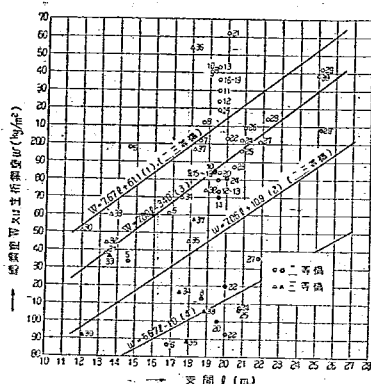
$$W=7.80 l+34.0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$w=5.67 l-1.0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

適用範囲 等級 二、三等橋 支間 13.3~22.2 m 幅員 3.6~12.0 m 主桁数 2 歩道ブラケット 無
となる。

圖一は (1) (2) (3) (4) の公式と實鋼重との關係を示すものである。同圖中に示された×印は土木試験所報告第三十號に記載の國道鈹桁橋標準設計案の鋼重である。

圖一 上路鈹桁橋の鋼重



(2) 上路突桁式鈹桁橋

ゲルバー型鈹桁橋に於ては架橋地點の狀況に應じ其徑間數を著しく異にし、徑間數の異なる毎に應力關係に相違を生ずるが故に其鋼重公式も徑間數の同一なるもの毎に求むべきである。而して鋼重の表はさるべき支間長 l としては多數徑間中の孰れを探るべきかについては議論の存するところであるが、本編に於ては同一徑間數にして鉸の位置が類似せるものにありては至支間長を採用し、徑間數同一のもの僅少にして各種徑間數のものを混合して鋼重公式を求むる場合には各橋の平均支間長を採つた。

上路突桁式鈹桁橋の資料としては表一に示す 43 橋を用ひた。中街路橋 13 橋、國道橋 20 橋、府縣道橋 10 橋

である。これを徑間數別に其橋數を分類するとき下表の如くである。

徑間數	3	5	7	9	11	13	16	17	20	23	57
橋 數	18	6	4	5	2	2	1	1	1	1	1

從つて同一徑間數のものを經て鋼重公式を求むるには、徑間數 3 のものゝほかは資料充分なりと云ひ難い。今橋梁の階級を度外視し 3 徑間突桁式鈹桁橋の重量公式を求むれば (5) 式及 (6) 式の如くである。この場合の l は橋梁の全支間長を採つてを。

$$W=4.79 l-85.65 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$w=3.83 l-111.59 \quad \dots\dots\dots (6)$$

適用範囲 等級 一、二、三等 支間 48.3~162.56 m 幅員 5.5~25.0 m 主桁数 2~10 徑間數 3

圖二は (5) 及 (6) 式と實鋼重との關係を圖示したものである。

次に橋梁の階級毎に其徑間數を論せず、其平均支間長を基として鋼重公式を求むるとき次の如き結果が求められる。

表-2 突桁式鋼桁橋鋼重表
(一等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支					間					有効 幅員 (m)	主 桁		接 桁		總 鋼重 (kg)	橋面1m ² 當り鋼 重 (kg/m ²)	床版用 コンク リート 重 (m ³ /m ²)	損 耗 率
				全支間	支間 数	平均 支間	突座 桁	突座	吊座	間隔 (m)	数	間隔 (m)	数									
1	下宮崎	1	67.67	3	22.56	20.12	6.26	14.9	12.7	2.54	6	—	—	213,440	248.181	—	—	67	—	0.192		
2	大田	1	75.00	3	25.00	22.00	6.50	18.0	27.3	2.83	10	1.43	11	715,000	350	—	—	—	—	0.000		
3	羽衣清水市	1	75.60	3	25.20	20.00	8.84	17.91	11.0	3.30	4	1.65	3	228,600	272.197	43	34	—	—	0.197		
4	中川大東京市	1	115.60	3	38.30	35.50	8.50	27.00	22.0	3.40	6	1.70	9	862,000	336.225	61	28	170	—	0.170		
5	天端大坂市	1	150.00	3	50.00	—	13.00	35.00	22.0	6.80	6	—	—	—	2,699,000	540.500	173	88	—	—	0.230	
6	雨民東京市	1	162.50	3	54.20	50.20 (11.20)	18.64	25.00	24.0	6.03	4	1.52	16	2,660,746	670.523	141	18	—	—	0.160		
7	高野京郡	1	55.00	3	11.00	11.20	2.60	10.2	22.0	2.20	11	—	—	—	314,110	260	—	—	—	—	0.210	
8	尾竹東京市	1	119.16	5	23.83	24.32	5.48	16.40	10.0	4.50	3	1.50	4	314,360	264	—	—	—	—	0.202		
9	吹田大坂府	1	124.50	5	25.00	26.80	4.40	18.00	20.99	2.70	6	—	—	—	659,800	264.187	40	26	—	—	0.234	
10	新大島根	1	140.00	5	28.00	29.00	7.50	18.00	12.20	2.20	6	—	—	—	557,544	327.300	—	62	—	—	0.315	
11	吹田大坂府	1	141.60	7	20.23	21.20 (17.80)	4.50	12.20	22.00	1.65	14	—	—	—	996,260	320	—	—	—	—	0.252	
12	渡津包群	1	161.05	7	23.00	19.50	4.97	15.03	18.0	3.65	3	—	—	—	863,800	298.143	95	60	—	—	0.183	
13	渡津包群	1	651.00	20	33.00	33.44	7.95	17.54	20.0	5.16	4	1.29	13	4,458,000	325.200	92	30	—	—	0.157		

(二等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支					間		有効 幅員 (m)	主 桁		接 桁		総 鋼重 (kg)	橋面1m ² 當り鋼 重 (kg/m ²)	床版用 コンク リート 重 (m ³ /m ²)	損 耗 率
				全支間	支間 数	平均 支間	突座 桁	突座	吊座	間隔 (m)		数	間隔 (m)	数					
14	萬代岩手	2	48.30	3	16.10	14.70	4.20	10.50	7.50	6.00	2	—	4	—	82,650	228	—	0.226	
15	天野川滋賀	2	50.00	3	16.70	—	3.56	9.83	5.50	4.80	2	1.20	3	—	54,156	197.120	67	—	
16	早川岐阜	2	56.00	3	18.67	16.00	5.00	14.00	7.50	4.50	2	1.50	4	—	87,820	209.114	64	0.181	
17	志村東京	2	57.00	3	19.00	17.00	7.00	9.00	25.60	3.00	9	1.50	9	—	310,300	218.135	52	0.207	
18	提肯森	2	64.00	3	21.33	19.00	7.04	11.92	7.50	—	—	—	—	—	74,000	154	—	—	
19	土浦茨城	2	64.40	3	21.50	24.20	4.70	16.00	12.00	3.00	4	1.50	3	—	170,300	218.143	42	0.180	
20	明石大兵庫	2	67.60	3	22.53	17.90	7.20	17.40	13.00	3.00	5	—	—	—	202,360	230	—	0.170	
21	新川大愛知	2	74.00	3	24.70	—	6.00	18.00	11.00	7.00	2	1.75	4	—	195,276	236.133	81	0.206	
22	新橋大愛知	2	76.00	3	25.33	—	7.82	15.40	7.50	8.60	2	1.44	6	—	146,640	250.141	59	0.240	
23	小笠東京	2	109.30	3	36.43	31.40	11.25	24.00	7.50	2.60	3	1.50	2	—	290,270	354.247	62	0.197	
24	三田川愛知	2	153.00	5	30.60	34.50	8.00	18.50	11.0	3.00	4	—	—	—	628,550	375.221	73	0.182	
25	白鷺盛岡	2	200.00	7	28.60	28.56	7.95	12.66	5.0	4.30	2	1.43	2	—	286,730	286	—	0.237	
26	一色大愛知	2	203.00	7	29.00	30.90	7.00	27.00	11.00	3.00	4	—	—	—	838,476	378.288	93	0.188	
27	緑川熊本	2	255.70	8	32.00	34.40	8.60	17.20	7.50	6.40	2	1.60	3	—	490,780	255.190	62	0.202	
28	國府大坂府	2	179.00	9	20.00	20.60	3.20	14.20	7.5	3.60	3	—	—	—	330,000	230.154	62	0.242	
29	岩津津朝群	2	264.00	9	29.40	28.60	6.00	20.40	5.50	4.50	2	1.60	3	—	361,170	249	—	0.210	
30	神島福島市	2	306.00	11	27.90	29.00	7.00	15.00	7.50	6.00	2	1.50	3	—	472,200	206.142	48	0.189	
31	三橋大朝群	2	350.80	13	26.30	28.00	5.50	20.20	7.00	6.00	2	1.50	3	—	644,837	242	—	0.200	
32	御幸京郡	2	612.25	23	26.62	29.00	7.00	15.00	11.00	9.60	2	1.60	3	—	1,497,580	222	—	1.032	
33	港朝群	2	1060.00	57	18.60	17.00	4.00	12.40	8.40	3.40	3	—	—	—	1,473,500	165	—	0.197	

(三等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支					間		有効 幅員 (m)	主 桁		接 桁		総 鋼 重 (kg)	橋面1m ² 當り鋼 重 (kg/m ²)	床版用 コンク リート 重 (m ³ /m ²)	損 耗 率
				全支間	支間 数	平均 支間	突座 桁	吊座 桁	突座	吊座		間隔 (m)	数	間隔 (m)	数				
34	大正	茨城	3	59.40	3	19.80	17.70	5.00	14.00	5.5	4.50	2	1.50	2	—	54,900	168.113	27	0.194
35	辨天	長野	3	115.00	3	38.30	—	8.00	29.00	5.5	6.00	2	2.00	2	—	258,440	408	—	0.248
36	幸次	茨城	3	114.41	3	23.00	22.00	5.00	12.00	5.5	4.50	2	1.50	2	—	117,900	187.128	34	0.190
37	川畑	京都	3	207.02	9	23.00	24.50	6.74	11.02	5.5	4.00	2	2.00	1	—	217,000	191	—	0.175
38	香江	徳島	3	215.00	9	23.89	25.00	5.00	15.00	5.5	—	2	—	—	—	236,800	202.117	49	0.190
39	文知郡	福島市	3	238.00	9	26.50	28.00	6.74	14.52	6.0	5.00	2	1.65	2	—	354,393	245.165	50	0.183
40	梓	長野	3	268.40	11	24.40	24.40	4.70	15.00	5.5	4.50	2	1.50	2	—	295,860	199	—	—
41	阿用	朝群	3	396.94	13	30.53	28.70	6.40	21.10	5.5	4.20	2	1.40	2	—	545,200	250	—	0.193
42	上塚	愛知	3	427.58	16	26.70	27.28	6.55	14.18	5.5	4.80	2	1.60	2	—	547,133	232.62	47	0.163
43	草戸大	廣島	3	366.00	17	21.53	18.00	4.50	13.00	5.5	5.00	2	1.25	3	—	425,500	211	—	0.230

備考 * 突座桁の欄に2橋の支間長の記載されたものにては、上段は中間支間、下段は両端支間の支間長を示す。

図-2 3 径間突桁式鉄桁橋の鋼重

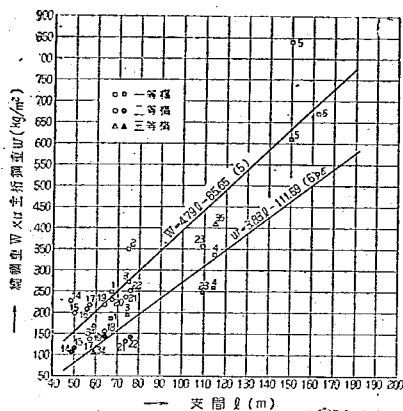


図-3 一等橋突桁式鉄桁橋の平均支間鋼重

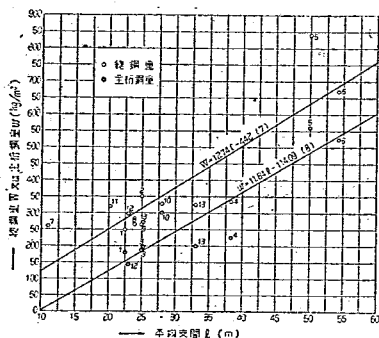
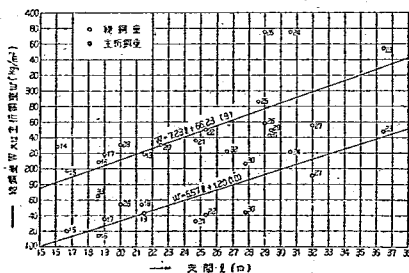


図-4 二等橋突桁式鉄桁橋の平均支間鋼重



レン型構橋である。鋼重公式の算定には型式の相違はこれを度外視した。支間は 3 の上山橋の 14.8 m を最少

一等橋 $W = 12.74L + 4.42$ (7)

$w = 11.84L + 114.09$ (8)

適用範囲 平均支間長 11.0~54.2 m 幅員 10.0~

27.3 m 径間数 3~20 主桁数 3~14

二等橋 $W = 7.23L + 66.23$ (9)

$w = 6.57L + 1.20$ (10)

適用範囲 平均支間長 16.1~36.43 m 幅員 5.0~

25.0 m 径間数 3~57 主桁数 2~9

三等橋 $W = 7.78L + 20.2$ (11)

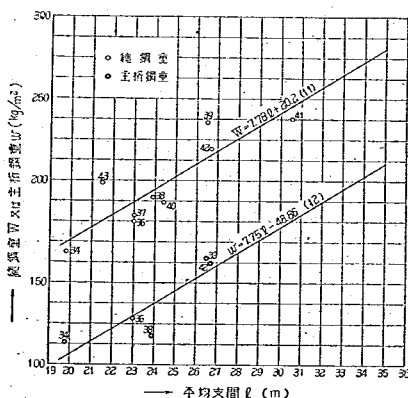
$w = 7.75L + 48.86$ (12)

適用範囲 平均支間 19.8~30.53 m 幅員 5.5~

6.0 m 径間数 3~17 主桁数 2

これらの 6 公式を圖表に示し、實鋼重との關係を明かにせるものが、圖-3、圖-4、圖-5 である。

図-5 三等橋突桁式鉄桁橋の平均支間鋼重



(3) 上路直弦鋼構橋

上路直弦鋼構橋の架設せらるゝ場合比較的少いため、道路橋設計規範に於て蒐集されたる資料は他の橋種に比して極めて少く、鋼重公式算定に供したるものも表-3 鋼構橋鋼重表に示した 9 橋にすぎない。

同表上路直弦構橋の二等橋、三等橋を通じて 2 及 5 がプラット型を採用せるのみにして他はすべてワー

とし宮ノ原橋の 63.5 m を最大とする橋の高さと支間との比率は 6 の湯本橋 8 の船木橋の $\frac{1}{10}$ 及 $\frac{1}{11.5}$ を除けばすべて $\frac{1}{10}$ 以上にして $\frac{1}{8.5} \sim \frac{1}{5.7}$ である。

これらの構橋につき求めた鋼重公式は

$$W = 6.11 l + 50.2 \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$w = 4.22 l + 19.9 \quad \dots\dots\dots (14)$$

適用範囲 等級 二, 三等橋 支間 14.8~63.5 m 幅員 3.6~6.57 m 主桁数 2

となる。

図-6 は (13) 及 (14) 式と實鋼重との關係を示したものである。

(4) 下路直弦鋼橋

下路直弦鋼橋の資料として蒐集したものは表-3 鋼橋重量表に示した 20 橋であるが、中 18 橋は三等橋であり、僅かに 11, 12 の 2 橋が二等橋として挙げられてをる。鋼重公式の算出にはこの二等橋を除外し三等橋についてのみ行つたが、これらの二等橋は孰れも圖表上に現はれたところでは三等橋の圖上散在の園内にある。従つて求められた鋼重公式は二等橋に對しても充分なる適應性を有するものと考へる。一般に下路鋼橋の鋼重公式は上部水平橋を有するものと然らざるものとに區分するを常とするも、表-3 に掲げたる三等橋 18 橋中上部水平橋を有するものは 28, 29, 31 の 3 橋にすぎず、且つ其鋼重も上部水平橋を有せざる他のものと著しき差なきが故にこゝに兩者を一括して鋼重公式を求めた。

$$W = 4.86 l + 104.3 \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$w = 3.73 l + 28.7 \quad \dots\dots\dots (16)$$

適用範囲 等級 三等 支間 26.4~45.0 m

幅員 3.64~8.5 m 主桁数 2

(15) 及 (16) 式と實鋼重との關係を示したものが圖-7 である。

(5) 下路曲弦鋼橋

下路曲弦鋼橋の資料として蒐集したものは、表-4 曲弦鋼橋重量表に掲げた 43 橋である。中街路橋は 1 橋、國道橋 15 橋、府縣道橋 27 橋である。鋼重公式は街路橋は除き、二等橋及三等橋につき各個に求めた。

圖-6 上路直弦鋼橋の鋼重

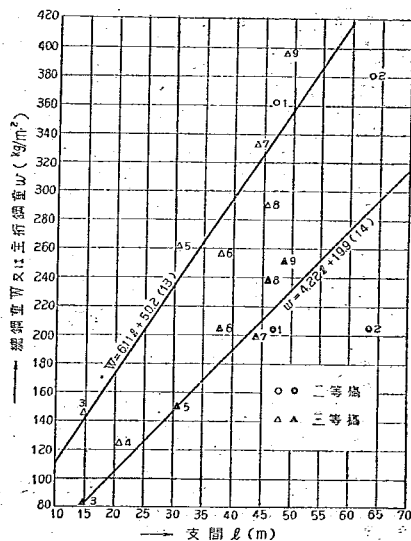


圖-7 下路直弦鋼橋の鋼重 (三等橋)

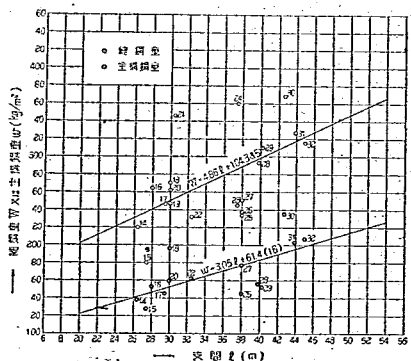


表-3 直弦鋼橋鋼重表

上路直弦(二等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	支 間 (l)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 構 高		格 間 長 (m)	格 間 数	総 桁 数	総 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 當鋼重 (kg/m ²)			床版用 コンクリ ート (m ² /m ²)	摘 要
							h (m)	l/h					全鋼 重	主構	床版	其他	
1	白川	筑前	47.20	6.10	6.57	ワーレン	5.80	8.1	4.72	10	1,372	106,300	362	204	103	55	0.200
2	宮ノ原	新潟	63.50	5.15	4.50	プラット	7.50	8.8	—	—	—	125,786	381	205	39	57	0.178

上路直弦(三等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	支 間 (l)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 構 高		格 間 長 (m)	格 間 数	総 桁 数	總 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 當鋼重			床版用 コンクリ ート (m ² /m ²)	注 記	
							h (m)	l/h					全鋼 重	主構	床版			其他
3	上山	徳島	14.80	3.70	3.00	ワーレン	2.50	5.90	3.70	4	—	8,050	145	83	37	25	0.190	
4	長安	徳島	20.72	3.50	3.05	ワーレン	3.05	6.80	5.18	4	1	9,416	124	—	—	—	0.184	
5	雄三	三重	30.94	4.55	4.12	プラット	5.20	5.95	4.42	7	—	37,430	261	150	91	20	0.185	
6	湯本	和歌山	33.00	4.00	3.30	ワーレン	3.50	10.00	3.50	10	1,100	—	39,860	256	204	32	19	0.226
7	七保	大和	44.00	4.57	4.57	ワーレン	6.40	6.90	5.50	8	—	67,530	332	199	102	31	0.230	
8	曾木	三重	45.50	4.50	3.14	ワーレン	4.00	11.50	4.58	16	1,500	4	119,800	290	238	63	41	—
9	野後	三重	48.50	5.50	5.50	ワーレン	8.35	5.70	6.10	8	0.915	7	106,930	356	251	119	26	0.190

上路曲弦

10	隆川	山梨	42.00	6.50	5.00	ワーレン	6.00	7.00	5.25	8	1,400	85,000	311	198	80	33	0.210
----	----	----	-------	------	------	------	------	------	------	---	-------	--------	-----	-----	----	----	-------

下路直弦(二等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	支 間 (l)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 構 高		格 間 長 (m)	格 間 数	総 桁 数	総 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 當鋼重 (kg/m ²)			床版用 コンクリ ート (m ² /m ²)	摘 要
							h (m)	l/h					全鋼 重	主構	床版	其他	
11	根橋	名古屋	22.50	5.50	—	ワーレン	—	—	2.28	10	—	29,000	225	104	100	19	0.147
12	本奥戸	市京	33.00	13.24	—	ワーレン	—	—	—	—	—	105,238	234	112	101	21	0.157

下路直弦(三等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	支 間 長 (m)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 構 高		格 間 長 (m)	格 間 数	総 桁 数	総 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 當鋼重 (kg/m ²)			床版用 コンクリ ート (m ² /m ²)	摘 要		
							h (m)	l/h					全鋼 重	主構	床版 其他				
13	渡山	子集	17.12	5.50	—	ワーレン	3.00	5.70	2.60	6	1.20	5	138,000	60	—	—	0.280	鉄板を使用せず	
14	金屋	和歌山	26.40	4.50	4.93	ワーレン	2.70	10.10	3.30	8	1.30	4	26,787	220	138	63	19		0.181
15	津留	三重	27.40	4.55	5.25	ワーレン	2.74	10.00	2.74	10	—	—	23,150	150	128	39	13		0.200
16	大平	福岡	28.00	4.50	5.18	ワーレン	3.50	8.00	3.50	8	1.15	5	34,000	264	153	66	24		0.230
17	中郷	愛知	29.50	4.50	5.40	ワーレン	2.95	10.00	2.95	10	1.58	4	377,575	246	145	75	38		0.180
18	福井	和歌山	30.00	4.00	4.60	ワーレン	3.00	10.00	3.00	10	1.20	4	32,600	270	196	54	22		0.200
19	太田	岡山	30.00	4.85	5.75	ワーレン	3.25	9.20	5.00	6	1.50	4	36,793	247	—	—	—		0.161
20	大瀬	東京	30.00	5.50	6.50	ワーレン	4.00	7.50	3.75	8	1.40	5	44,205	262	159	43	60		0.192
21	御内	北海道	30.50	5.50	6.00	ワーレン	3.60	10.03	3.00	10	1.25	5	360,900	346	—	—	—		0.150
22	植柳	熊本	32.50	4.00	4.70	ワーレン	—	—	—	6	—	—	31,403	237	162	65	10		0.150
23	田井	岡山	37.50	5.40	—	ワーレン	—	—	—	8	—	—	50,250	245	—	—	—	—	
24	長瀬	大分	37.50	5.50	6.50	ワーレン	4.00	9.40	3.75	10	—	—	372,040	360	—	—	—	0.170	
25	岡所	岡山	38.00	5.40	6.50	ワーレン	4.00	9.50	—	8	1.55	4	48,757	234	145	75	14	0.167	
26	製鉄	岡山	38.00	5.40	6.50	ワーレン	4.00	9.50	4.75	8	—	—	195,210	237	—	—	—	0.180	
27	前川	熊本	38.00	4.00	4.70	ワーレン	—	—	—	7	—	—	38,667	251	177	64	10	0.150	
28	須賀	高松	39.80	8.50	9.50	ワーレン	7.01	5.70	—	9	1.17	—	101,200	293	156	107	30	0.270	
29	森	滋賀	40.20	3.64	—	プラット	5.50	7.00	—	8	1.07	—	46,200	310	152	98	60	0.190	
30	野々口	三浦	42.67	4.55	—	プラット	6.70	6.40	—	—	—	—	72,510	368	235	100	33	0.300	
31	磯酒	福岡	43.50	4.50	5.14	プラット	6.40	6.90	1.18	—	—	—	64,600	327	203	105	19	0.240	
32	片門	福岡	45.00	4.00	5.00	プラット	6.00	7.50	5.00	9	1.50	3	57,470	315	207	70	43	0.210	

表-4 曲弦鋼橋橋鋼重量
下路曲弦 (一等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 橋 高 h (m)	格 間 l/l	格 間 長 (m)	格 間 数	接 指 間隔 (m)	接 指 数	総 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 高鋼重 (kg/m ²)	床版用 コン クリート 重 (m ³ /m ²)	備 考
33	札ノ辻	東京都市	1	52.73	21.518	13.60	プラット	9.65	5.50	5.50	1.0	—	15	693,506	577	235	82 0.244

下路曲弦 (二等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 橋 高 h (m)	格 間 l/l	格 間 長 (m)	格 間 数	接 指 間隔 (m)	接 指 数	総 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 高鋼重 (kg/m ²)	床版用 コン クリート 重 (m ³ /m ²)	備 考
34	玉川	秋田	2	48.00	6.50	7.20	ワーレン	8.00	6.00	6.000	8	1.800	3	110,333	350	184	86 0.230
35	仁花川	高知	2	49.38	5.50	6.70	ワーレン	8.53	5.80	6.350	8	0.965	7	812,795	396	—	— 0.210
36	千島	島根	2	50.00	12.00	8.64	ワーレン	9.00	5.60	5.000	10	1.570	6	560,513	306	182	92 38 0.135
37	阿武隈	宮城	2	55.00	6.50	7.15	ワーレン	8.50	6.50	5.500	10	—	—	124,425	372	234	85 53 0.201
38	山利	秋田	2	57.60	6.50	7.20	ワーレン	9.60	6.50	7.200	8	2.300	3	148,130	387	228	93 66 0.180
39	日野	鳥取	2	59.50	6.40	7.30	ワーレン	10.00	5.95	5.950	10	1.375	5	157,777	404	277	116 11 0.165
40	額岩	岩手	2	60.00	5.50	6.50	ワーレン	10.00	6.00	6.000	10	1.500	4	221,980	332	—	— 0.174
41	球磨川	熊本	2	60.00	7.25	8.50	ワーレン	9.50	6.30	6.000	10	—	—	161,490	266	213	96 57 0.184
42	北島	和歌山	2	60.50	11.00	7.00	ワーレン	10.00	6.10	6.050	10	1.500	9	1,841,600	270	193	87 56 0.195
43	秋田大	秋田	2	62.00	7.50	8.50	ワーレン	9.50	6.50	6.200	10	1.250	7	1,162,800	410	230	107 60 0.175
44	大和	奈良	2	62.00	7.50	8.60	ワーレン	9.35	6.60	6.200	10	1.250	7	191,300	403	235	109 61 0.170
45	名客	北海道	2	65.00	6.00	7.00	ワーレン	9.00	7.20	6.500	10	1.200	6	554,160	469	213	100 160 0.210
46	深川	北海道	2	65.00	5.50	6.50	ワーレン	9.60	7.20	6.500	10	—	—	142,320	423	—	— 0.167
47	綿江	岩手	2	66.00	6.00	6.80	ワーレン	10.50	6.28	6.600	10	1.140	6	207,200	490	314	120 56 0.179
48	高森	岩手	2	68.20	6.00	6.85	プラット	11.00	6.20	6.200	11	1.300	5	401,400	453	—	— 0.190

下路曲弦 (三等橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)	有効 幅員 (m)	主橋 中心 間隔 (m)	トラス 型 式	主 橋 高 h (m)	格 間 l/l	格 間 長 (m)	格 間 数	接 指 間隔 (m)	接 指 数	総 鋼 重 (kg)	橋面 1m ² 高鋼重 (kg/m ²)	床版用 コン クリート 重 (m ³ /m ²)	備 考
49	大原	長野	3	30.00	4.60	5.50	ボースト リング	3.00	10.00	5.000	6	1.400	4	205,000	290	206	81 10 —
50	藤波	岐阜	3	39.63	4.57	5.50	ボースト リング	7.00	5.68	3.963	10	1.067	5	60,873	330	171	95 54 0.100
51	雄波	滋賀	3	39.70	4.55	5.64	プラット	7.31	5.45	4.411	9	1.067	5	53,800	294	—	— 0.180
52	小幡	福岡	3	40.25	5.50	6.40	ワーレン	8.55	4.70	—	8	0.914	8	87,100	390	251	120 19 0.210
53	日影	宮崎	3	43.00	5.48	6.25	ワーレン	7.50	5.70	5.475	8	—	—	94,485	354	221	90 43 0.172
54	廣瀬	福岡	3	44.00	8.83	9.60	プラット	9.50	4.65	5.500	8	1.600	6	125,764	319	149	110 65 0.180
55	長井	山形	3	45.00	5.50	6.30	ワーレン	7.50	6.18	5.700	8	1.800	3	84,500	330	179	81 70 0.222
56	東郷	鹿児島	3	48.80	5.55	6.80	ワーレン	8.00	6.10	6.100	8	—	—	295,000	360	213	11 136 0.190
57	下田	岐阜	3	50.00	5.50	6.50	ワーレン	8.50	5.90	5.000	10	1.350	3	106,600	332	221	115 46 0.170
58	釜口	長野	3	51.80	5.50	6.50	ボースト リング式	8.50	6.30	3.700	14	1.600	4	155,000	330	250	81 46 0.230
59	水前	長野	3	54.00	5.50	6.40	プラット	9.00	6.00	4.900	11	1.300	5	621,187	413	237	95 87 0.210
60	熊野	和歌山	3	54.00	6.00	7.00	ワーレン	8.30	6.50	5.400	10	—	—	668,474	266	130	70 30 —
61	渡	熊本	3	55.00	5.50	6.00	ワーレン	9.00	6.10	5.500	10	—	—	111,494	363	223	82 58 0.176
62	佐久	長野	3	56.00	5.50	6.24	ワーレン	9.50	5.90	7.000	8	1.800	4	122,730	398	216	102 87 0.180
63	千向	長野	3	56.40	5.50	6.24	ワーレン	9.20	6.10	7.050	8	1.800	4	859,120	394	—	— —
64	付山	山形	3	56.70	5.40	6.20	ワーレン	9.10	6.20	7.088	8	—	2	114,375	367	—	— 0.201
65	小倉	奈良	3	57.50	5.40	6.60	ワーレン	9.00	6.40	5.750	10	1.300	5	104,000	330	197	84 55 0.162
66	長井	山形	3	57.60	5.50	6.30	ワーレン	9.60	6.00	7.200	8	—	4	132,223	409	258	84 67 0.179
67	千石	奈良	3	59.50	5.50	6.40	ワーレン	10.36	5.60	5.950	10	0.713	9	138,333	418	—	— —
68	賀茂	福岡	3	59.50	5.50	6.40	ワーレン	9.20	6.26	5.950	10	1.067	6	153,500	462	312	110 40 0.210
69	安曇	川崎	3	62.50	5.45	6.50	ワーレン	9.75	6.40	6.250	10	—	—	142,190	412	265	88 59 0.190
70	岡切	長野	3	70.00	5.50	6.24	ワーレン	11.50	6.10	7.000	10	1.800	4	652,184	418	250	84 90 0.170
71	昭和	福岡	3	73.15	5.50	6.40	ワーレン	11.28	6.48	—	12	1.067	6	220,000	542	390	115 32 0.230
72	明治	長野	3	80.00	5.50	6.24	ワーレン	13.00	6.20	8.000	10	1.800	4	200,064	454	—	— 0.174
73	大野	山形	3	81.00	5.50	—	プラット	—	—	9.600	9	—	—	198,231	445	—	— —
74	兄	長野	3	85.00	5.50	5.825	ワーレン	13.00	6.54	8.500	10	1.800	4	233,737	481	—	— 0.199

下路曲弦 (フィレンデル)

75	新井	岩手	3	12.00	6.50	7.10	フィレン デル	2.00	6.00	2.000	6	—	—	14,513	169	130	47 11 0.230
----	----	----	---	-------	------	------	------------	------	------	-------	---	---	---	--------	-----	-----	-------------

二等橋中 36 の干島橋, 42 の北島橋は幅員 12.0 m 及 11.0 m にして歩道ブラケットを有するものであるが, 他の幅員 5.5~7.5 m 級のものとの著しい鋼重の差は認められない。

三等橋の幅員は 4.55~8.83 m 中 5.5 m 附近のもの 21 橋で二等橋の如き幅員の變化は認められない。

トラスの型式は 43 橋中 33 橋はワーレン型, ほかにプラット型 4 橋, ポーストリング型 3 橋, フィーレンデル型 1 橋である。中フィーレンデル橋たる 75 新黒澤橋は其徑間長僅かに 12.0 m に過ぎざること, 型式が他の構橋と理論を全く異にするの理由より鋼重公式算定にはこれを除外した。

他のワーレン型, プラット型, ポーストリング型等の間には, 鋼重に特別な區別を認め難くすべてを一括して鋼重公式の算定を行った。

$$\text{二等橋} \quad W = 6.09 l + 30.24 \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$w = 4.41 l - 29.40 \quad \dots\dots\dots (18)$$

適用範囲 支間 48.0~68.2 m 幅員 5.5~12.0 m

$$\text{三等橋} \quad W = 1.79 l + 282.5 \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$w = 0.304 l - 215.15 \quad \dots\dots\dots (20)$$

適用範囲 支間 30.0~85.0 m 幅員 4.6~8.83 m 歩車道區別無し

鋼重公式 (17)~(20) 式と實鋼重との關係を示したものが圖-8 及圖-9 である。

圖-8 二等橋下路曲弦鋼構橋の鋼重

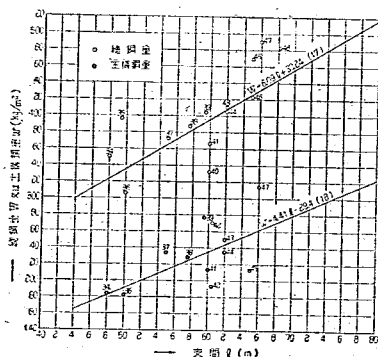
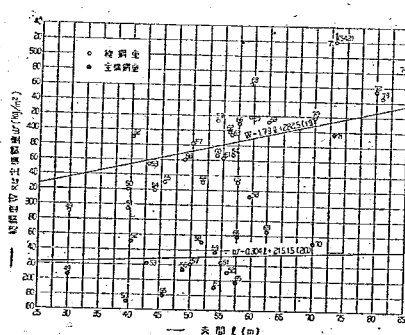


圖-9 三等橋下路曲弦鋼構橋の鋼重



(6) 鋼 拱 橋

鋼拱橋の資料として用いたものは表-5 鋼拱橋鋼重表に掲げた 48 橋である。これらを拱種にて分類するとき下路三鉸拱橋, 上路二鉸拱橋, 上路腔構拱橋, 下路緊拱橋, ランガー型拱橋, 上路衡拱橋, 下路突桁式葉拱橋等に區別される。中三鉸拱橋は大阪の櫻宮橋 1 橋にして, これが鋼重公式を求め得ざりしも, 其他の拱種につきは一應鋼重公式の算定を行った。二鉸拱橋, 上路腔構拱橋, 下路緊拱橋以外は資料充分ならず, 且圖表上に現はれた資料の散在性は著しい。將來資料の増加をまつて再検討せらるべきものと考えらる。

尙資料数最も多敷なる 3 等橋については拱種を區別せず一括した鋼重公式を求めた。

$$\text{上路二鉸拱橋} \quad W = 2.50 l + 198.46 \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$w = 1.78 l + 90.10 \quad \dots\dots\dots (22)$$

本邦道路橋の重量 (第2報)

11

適用範囲 等級 一, 二, 三等 支間 25.6~90.0 m 幅員 4.5~22.0 m

上路腔構拱橋 $W=3.71 l+144.17$ (23)

$w=2.43 l+96.34$ (24)

適用範囲 等級 二, 三等 支間 21.6~64.42 m 幅員 4.5~7.5 m

下路繫拱橋 $W=7.97 l+16.54$ (25)

$w=7.59 l-136.80$ (26)

適用範囲 等級 一, 二, 三等 支間 33.5~69.0 m 幅員 5.4~25.1 m

表-5 鋼拱橋鋼重量表

番 号	橋 名	所 在 地	支 間 (m)	有効 幅員 (m)	主拱中 心間隔 (m)	拱 高 (m)	矢 高 (m)	格 間 長 (m)	間 隔 数	段 数	箱 数	総鋼重 (kg)	橋面1m ² 當鋼重 (kg/m ²)	常鋼重 主拱 床橋 其他	床版用 コン クリ ト (m ³ /m ²)	備 考	
(下路3径鉄拱橋)																	
1	横宮	大阪市	108.00	17.40	23.45	15.00	7.2	4.32	25	*	15	2,042,000	807	478	216	116	0.227
(上路2径鉄拱橋)																	
2	千登世	東京	25.60	15.18	2.50	2.80	9.1	1.60	16	—	—	129,850	255	97	95	63	0.201
3	岩田羽	宮城	34.00	6.00	—	7.00	4.9	4.10	8	1.70	4	65,412	242	199	43	—	0.178
4	新緑	山梨	35.00	6.50	6.90	5.00	7.0	3.50	8	1.15	7	—	310	—	—	—	0.280
5	高津戸	群馬	36.00	5.50	4.80	7.00	5.2	3.50	10	1.20	5	68,214	312	196	85	64	0.210
6	八男大	群馬	36.00	5.50	4.80	7.00	5.1	3.60	10	1.20	5	71,285	284	—	—	—	0.160
7	中岩	栃木	40.00	5.50	4.50	6.00	6.7	4.00	10	1.25	5	151,324	291	152	124	69	0.200
8	吾妻	東京市	44.50	20.00	2.44	4.40	10	1.60	28	—	—	845,354	233	140	107	36	0.150
9	徳平	東京	45.26	4.50	—	7.00	6.5	4.50	10	1.12	5	79,420	325	—	—	—	0.155
10	伊那川	長野	48.00	5.50	—	6.00	8.0	2.40	20	—	—	100,550	351	—	—	—	0.250
11	萬年	山梨	48.90	5.00	—	12.20	4.0	4.88	10	—	—	84,460	260	—	—	—	0.170
12	澤部	東京	60.00	4.50	3.60	12.00	5.0	5.00	12	1.20	4	137,490	350	175	90	117	0.180
13	天鈴	大阪市	65.00	22.00	2.64	5.00	13.0	2.80	23	2.64	9	202,000	431	—	—	—	0.460
14	調布	東京	90.00	6.50	7.70	18.00	5.0	4.50	20	1.60	5	257,790	380	260	110	37	0.170
(上路腔構拱橋)																	
15	三善	和歌山	31.60	4.50	3.80	2.90	7.5	1.80	12	1.27	2	44,480	221	132	47	50	0.157
16	稻刈	長野	38.00	5.00	5.40	8.40	5.7	4.00	12	1.35	3	78,945	327	239	72	17	0.220
17	長佐	京都	38.00	5.50	4.50	6.64	7.2	3.60	16	1.50	2	—	354	—	—	—	0.174
18	千歳新	群馬	53.00	5.50	—	12.00	4.4	5.30	10	1.40	6	—	304	—	—	—	0.180
19	濁込	石川	54.00	5.50	—	8.14	6.6	4.50	12	1.10	4	120,426	348	284	—	64	0.230
20	南水川	東京	60.00	4.50	5.80	10.00	6.0	5.00	12	1.32	4	112,910	330	177	81	71	0.220
21	貝川	群馬	61.00	6.40	—	9.10	6.7	3.08	20	1.25	6	—	393	—	—	—	下弦トラス
22	吉野	神奈川	61.00	6.50	6.00	11.00	5.0	6.10	10	1.40	5	100,320	396	—	—	—	0.205
23	大井	静岡	62.40	5.00	4.00	6.00	10.4	3.90	16	1.35	2	106,450	327	—	—	—	0.175
24	美津	宮崎	64.42	7.50	—	8.60	8.0	4.50	14	—	—	—	418	—	—	—	0.231
(下路繫拱橋)																	
25	龜甲	山梨	33.50	5.50	—	8.40	4.0	3.35	10	—	—	182,538	322	—	—	—	0.140
26	丸子	東京	48.00	11.00	12.50	6.00	8.0	4.00	10	1.38	9	822,350	510	250	152	96	0.200
27	永安岡	山	50.00	5.40	—	—	—	5.00	10	—	—	95,076	347	—	—	—	0.165
28	富古	愛知	50.90	5.50	6.40	—	—	5.00	10	1.60	4	101,814	370	236	80	54	0.160
29	川中島	長野	56.00	5.50	6.65	9.60	6.2	5.60	10	1.70	4	273,600	443	311	83	43	—
30	奈良親大	群馬	60.00	5.50	6.30	8.50	7.0	5.00	12	1.20	5	320,486	477	310	84	92	0.210
31	十三	大阪	64.00	20.00	15.70	11.00	5.8	4.57	14	1.20	12	6,235,000	563	332	164	80	0.160
32	三國	茨城	64.00	5.50	6.38	9.30	6.9	4.57	14	1.52	2	152,733	427	307	83	37	0.190
33	天龍長	長野	64.40	5.00	6.60	10.00	6.4	5.00	14	1.70	4	155,788	434	200	100	51	0.168
34	本倉川	岐阜	65.10	9.00	10.10	—	—	4.67	14	—	6	264,406	445	—	—	—	0.164
35	昭和	大阪市	69.00	25.10	18.60	10.00	6.9	4.70	14	—	17	1,419,000	819	476	242	101	0.214
(ランガー型拱橋)																	
36	今尾	岐阜	56.00	4.50	5.50	8.50	6.3	4.00	14	1.18	5	92,900	363	—	—	—	0.105
37	犀川	長野	60.20	5.50	6.55	8.85	6.8	4.30	14	1.70	4	692,629	412	295	74	51	0.180
38	昭和	青森	63.00	5.50	6.50	9.00	7.0	4.50	14	1.50	4	131,946	377	287	47	48	0.240
39	尾張大	愛知	63.42	7.50	8.50	7.50	8.4	4.53	14	1.70	5	—	386	—	—	—	0.170
40	安庭	長野	68.00	6.00	6.50	8.80	7.7	4.50	14	1.75	4	165,600	405	290	64	51	0.170
41	伊勢大	三重	72.80	7.50	8.50	12.00	6.0	4.55	16	1.70	5	3519,000	425	270	90	51	0.170

橋名	所在地	支間数	支間 (m)			有効幅員 (m)	主拱脚心間隔 (m)	拱脚間隔 (m)	矢高 (m)	格間長 (m)	格間数	総鋼重 (kg)	橋面1m ² 當鋼重 (kg/m ²)		床版用コンクリート (m ³ /m ²)	備 考	
			全支間 (m)	中央 (m)	側 (m)								全鋼主橋	床版			
42	上野東京	3	50.40	28.80	10.50	7.50	6.00	7.20	3.60	1.50	3	75,890	199	88	56	0.185	
43	平野大阪市	1	57.00	28.00	14.50	12.70	2.00	2.80	1.75	1.6	2	384,000	530	410	39	0.250	
44	西環北海道	2	72.00	48.00	12.00	7.50	6.50	8.50	4.00	1.8	6	206,710	383	—	—	0.237	
45	陸奥郡	木	2	126.00	70.00	28.00	9.00	8.00	14.00	3.50	3.6	7	733,838	638	360	119	0.198
46	荒川埼玉	玉	3	139.90	85.50	27.20	5.50	4.27	24.50	4.07	4.9	3	424,000	542	328	83	0.176
(下路突桁式懸拱橋)																	
47	自願東京	1	167.61	79.53	*	22.14	7.93	—	4.42	2.0	—	1,922,936	518	279	174	65	0.144
48	旭北海道	1	193.84	91.46	*	18.30	12.80	13.72	5.72	2.0	—	—	665	—	—	—	0.145
*突筋 8.84m 吊橋 35.20 *突筋 11.44m 吊橋 39.75																	

ランガー型拱橋

$$W=2.99 l + 203.36 \quad \dots\dots\dots (27)$$

適用範囲 等級 二, 三等 支間 56.0~72.8 m 幅員 4.5~7.5 m

$$\text{上路衡拱橋} \quad W=3.805 l + 109.82 \quad \dots\dots\dots (28)$$

適用範囲 等級 一, 二, 三等 徑間数 3 支間 50.4~139.0 m 幅員 5.5~12.7 m

三等橋各種型式拱橋

$$W=3.12 l + 186.35 \quad \dots\dots\dots (29)$$

$$w=2.17 l + 128.64 \quad \dots\dots\dots (30)$$

適用範囲 支間 21.6~90.0 m 幅員 4.5~6.5 m

上掲 (21)~(30) 式と實鋼重との關係を示したものが 圖-10~15 である。

圖-10 上路2.鈎拱橋の鋼重

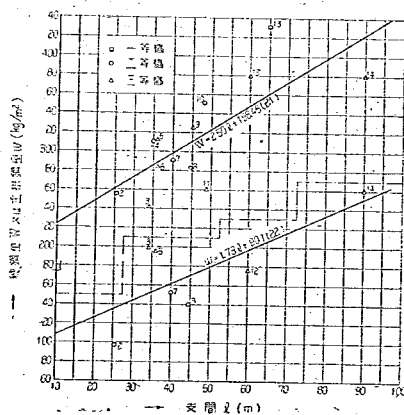


圖-11 上路腔構拱橋の鋼重

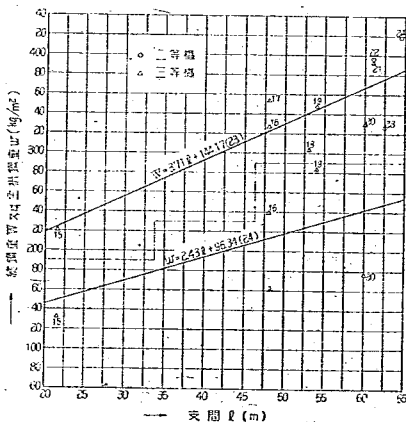


図-12 下路繫拱橋の鋼重

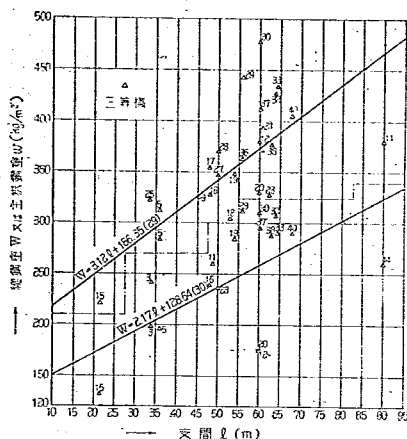


図-13 ランガー式拱橋の鋼重

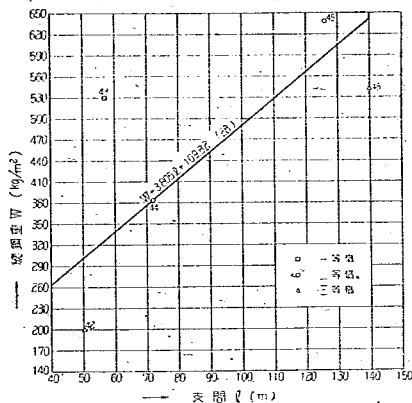


図-14 上路銜拱橋の鋼重

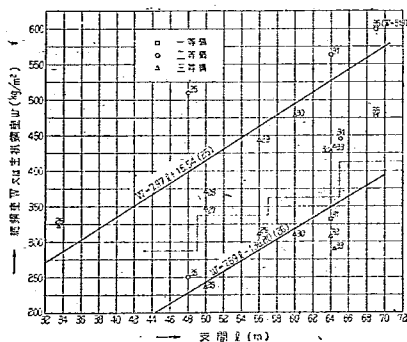
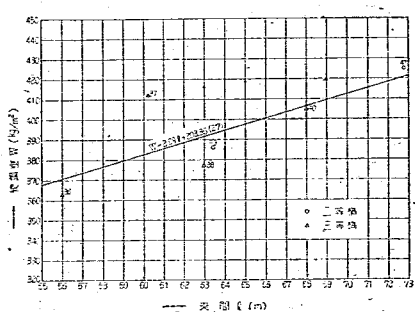


図-15 三等橋各型式拱橋の鋼重



III. 鉄筋コンクリート道路橋のコンクリート量と鉄筋量

(1) T型鉄筋コンクリート単桁橋

T型鉄筋コンクリート単桁橋の資料としては、表-6に示す74橋を採った中一等橋2橋、二等橋26橋、三等橋46橋である。一等橋は他の國府縣道橋に比し鉄筋量の使用量著しく大なる關係より公式の算出にはこれを除外し、二等及三等橋を一括して計算を行った。今これらの単桁橋について見るに其幅員は最少3.7m、最大18.86mの廣範圍に亙りこれに使用されたる主桁數も少きは2本の多きは11本の多きに亙つてを。從つて其主桁間隔も甚しく變化し最少1.10m、最大は6.85mに達してをる。

斯くの如く橋體の型式上に甚しく差異あると共に、設計に對する標準仕方書の確立せるものなき關係上、設計

方針また多岐多様な状態にあるが故にこれらの資料よりコンクリート量及鉄筋量を支間の函數として一律に求めんとするは頗る困難なりと云はねばならぬが、圖-16 及圖-17 に示す如くコンクリート量に於ては資料の點在が比較的整ひ、これを直線式をもつて表はすことの可能性が認めらるゝも、鉄筋量に至つては著しい散在性を示し、これを直線式にて示すことの大膽さを感ぜしむるものであるが、鉄筋其ものゝ元來の性質から見て止むを得ざることを考へる。

以上の如くにて表-6 二等橋及三等橋を一括して求めた單位橋面積當の主體用コンクリート量 V_c (m^3/m^2) 及鉄筋量 W_s (kg/m^2) は次の如くである。

$$V_c = 0.034 l + 0.075 \quad \dots\dots\dots (31)$$

$$W_s = 3.112 l + 24.711 \quad \dots\dots\dots (32)$$

適用範圍 等級 二、三等 支間 5.5~16.0 m 幅員 2.8~18.86 m

これらの公式と實コンクリート量並鋼重の關係は圖-16 及圖-17 の如くである。

表-6 鉄筋コンクリート單桁橋重量表

(一 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 長(m)	有効 幅員 (m)	主桁中 心間隔 (m)	主桁 数	總コン クリート 量 (m^3)	總 鉄 筋 量 (kg)	橋面 1 m^2 當 コンクリート 鉄 筋 量 (m^3/m^2) (kg/ m^2)	備 考
1	水	大連市	1	9.10	10.90	1.20	10	360.50	78,540	0.368 80	
2	塔	遼 寧	1	10.20	18.00	—	—	100.70	25,138	0.549 83	

(二 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 長(m)	有効 幅員 (m)	主桁中 心間隔 (m)	主桁 数	總コン クリート 量 (m^3)	總 鉄 筋 量 (kg)	橋面 1 m^2 當 コンクリート 鉄 筋 量 (m^3/m^2) (kg/ m^2)	備 考
3	四ノ宮	京都	2	5.50	16.20	1.50	11	32.20	4,750	0.278 41	
4	菊川	青森	2	7.00	7.20	1.50	5	17.60	3,187	0.323 59	
5	稻新	福岡	2	7.00	12.00	—	—	27.50	4,554	0.327 54	
6	塔塚	神奈川	2	8.00	11.00	2.00	6	33.90	5,300	0.350 58	
7	岩井	奈良	2	8.60	9.00	2.00	5	27.60	4,117	0.369 55	
8	渡内	徳島	2	9.03	5.94	1.60	4	18.60	3,045	0.323 53	
9	市瀬	徳島	2	10.00	5.94	1.60	4	22.30	3,760	0.348 59	
10	安吉	滋賀	2	10.00	5.48	1.45	4	258.00	21,010	0.470 38	
11	高田	宮城	2	10.50	7.50	2.00	4	41.00	5,475	0.490 70	
12	比田	宮城	2	10.50	7.50	2.00	4	41.60	5,513	0.500 70	
13	泊居	大津	2	10.50	7.50	1.60	5	169.00	18,990	0.526 59	
14	高宮	滋賀	2	10.60	6.10	1.45	4	27.10	3,173	0.420 49	
15	篠岡	岡山	2	10.70	9.00	—	—	44.80	6,512	0.430 63	針 橋
16	刈津	福岡	2	10.80	18.86	—	—	80.20	9,600	0.390 47	軌道部幅員 6.14m は工形鋼桁
17	向田	静岡	2	11.00	9.00	2.00	5	45.20	6,860	0.400 61	
18	新屋	秋田	2	11.00	13.00	—	3	63.00	9,569	0.418 63	針 橋
19	白石	岡山	2	11.39	9.00	—	—	47.00	7,083	0.425 64	"
20	朝明	川三	2	11.58	9.00	2.00	5	360.00	60,650	0.388 63	
21	大野	福岡	2	11.60	11.00	2.00	6	—	—	0.420 54	
22	榑茨	茨城	2	12.00	7.50	1.30	6	40.50	4,970	0.450 55	
23	八反	福島	2	12.00	10.00	—	—	52.10	7,900	0.413 63	針 橋
24	板越	福岡	2	12.80	15.86	—	—	84.70	20,900	0.420 54	軌道部幅員 6.14m は工形鋼桁
25	山知	高知	2	13.60	5.45	6.10	2	102.70	11,600	0.680 77	
26	野地	高知	2	14.50	4.60	1.80	3	236.30	21,788	0.703 65	
27	上八川	高知	2	16.00	2.80	1.80	2	201.00	22,088	0.704 77	
28	瀬洲	高知	2	16.00	5.00	1.85	3	601.38	81,620	0.580 79	

(三 等 橋)

番 號	橋 名	所在地	等 級	支 間 長(m)	有効 幅員 (m)	主桁中 心間隔 (m)	主桁 数	コン クリ ート 量 (m ³)	総 鉄 筋 量 (kg)	橋面 1m ² 當 コンクリート (m ³ /m ²)	橋 筋 (kg/m ²)	備 考
29	一	徳島	3	6.00	3.70	—	—	6.30	767	0.280	35	
30	神	宮城	3	6.00	5.40	1.35	5	10.50	1,231	0.326	38	
31	京	徳島	3	8.18	4.91	1.35	4	13.60	1,529	0.305	34	
32	瀧	愛媛	3	8.40	7.00	—	—	27.30	5,477	0.405	67	
33	木	前	3	9.00	6.00	1.80	4	165.50	23,300	0.350	54	
34	ノ	三	3	9.58	4.55	—	—	16.50	2,410	0.350	55	
35	上	柳	3	9.60	6.00	1.60	4	94.05	11,056	0.320	40	
36	川	長	3	9.70	5.45	1.21	5	18.80	879	0.350	17	
37	土	桂	3	10.00	3.70	1.50	3	14.30	1,500	0.365	41	
38	永	代	3	10.00	5.50	2.10	3	62.60	9,500	0.350	58	
39	桂	滋	3	10.00	4.55	—	—	20.60	2,267	0.450	50	
40	廣	瀬	3	10.00	5.50	6.04	2	91.00	18,200	0.552	110	
41	相	生	3	10.75	6.00	6.83	2	37.56	3,183	0.582	49	
42	本	庄	3	10.90	4.84	1.55	4	26.80	4,390	0.508	83	
43	北	橋	3	10.90	5.45	—	—	28.00	4,977	0.470	84	
44	津	田	3	10.90	9.00	1.50	7	39.70	5,181	0.405	52	
45	大	天	3	11.00	5.00	1.10	5	—	—	—	47	
46	慶	田	3	11.00	4.00	2.50	2	21.90	2,358	0.498	54	
47	勢	合	3	11.60	5.50	1.50	4	26.30	3,833	0.380	55	
48	今	彦	3	11.60	4.55	4.55	3	255.46	27,026	0.515	54	
49	美	彦	3	11.60	3.60	2.00	2	178.10	19,100	0.420	45	
50	櫻	治	3	11.60	11.00	2.10	5	167.85	20,400	0.470	57	
51	岩	山	3	11.20	6.00	—	3	29.20	3,483	0.412	49	
52	舟	小	3	11.40	5.50	1.80	4	—	—	0.440	45	
53	橋	川	3	11.60	4.50	—	—	24.60	2,76	0.470	53	
54	永	岐	3	12.00	5.50	2.10	3	30.00	4,157	0.453	63	
55	橋	岐	3	12.00	5.50	1.45	4	31.60	4,860	0.470	74	
56	大	同	3	12.00	9.10	—	—	45.60	5,650	0.430	53	
57	小	見	3	12.00	5.50	2.10	3	412.20	54,300	0.480	63	
58	秋	和	3	12.00	4.50	1.80	3	126.20	22,200	0.470	80	
59	飯	津	3	12.00	12.00	—	—	72.20	7,642	0.530	56	
60	久	川	3	12.50	5.50	2.10	3	302.80	38,300	0.550	70	
61	大	計	3	12.62	5.50	1.70	4	33.90	4,973	0.490	70	
62	重	々	3	12.81	4.55	—	—	28.60	3,273	0.490	50	
63	七	保	3	12.81	4.57	—	—	29.20	5,145	0.500	71	
64	瀬	高	3	13.00	8.50	1.80	5	—	—	0.450	63	
65	巴	愛	3	13.00	7.50	1.90	5	281.37	33,756	0.580	69	
66	厚	山	3	13.00	7.20	1.60	5	1,279.00	92,137	0.490	35	
67	怡	貴	3	13.00	4.50	1.80	3	457.80	54,200	0.522	62	
68	牟	枝	3	13.80	5.50	2.00	3	145.63	23,465	0.640	100	
69	小	川	3	14.00	4.00	2.50	2	—	—	0.629	64	
70	三	本	3	14.00	5.50	9.00	2	36.70	5,486	0.470	71	
71	三	貴	3	15.00	5.50	1.00	3	45.70	6,477	0.580	79	
72	植	松	3	15.50	5.50	2.20	3	179.64	23,078	0.526	67	
73	中	原	3	15.70	5.40	1.45	4	52.16	7,929	0.600	80	
74	本	山	3	22.00	2.80	1.70	2	210.50	21,500	0.455	50	

備考 総コンクリート量及び総鉄筋量の数値はどれも一連當りの重量及容積を示す

図-16 T型鉄筋コンクリート単桁橋
のコンクリート量

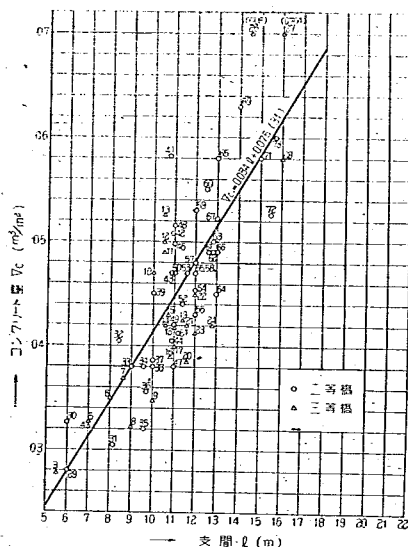
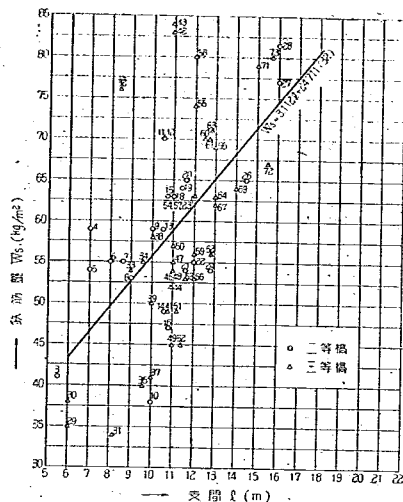


図-17 T型鉄筋コンクリート単桁橋の
鉄筋量



(2) ゲルバー型鉄筋コンクリート桁橋

上路突桁式鈑桁橋について述べたが如く、この種の橋梁に於ては、コンクリート量又は鋼重を表すべき支間長として如何なる長さを探るを最も得策とするか、問題である。今表-7に示すゲルバー型鉄筋コンクリート桁橋 86 橋について見るに、其全支間は、32.2 m より 505.5 m に達し、幅員は 4.5 m より 22.0 m に變化してをる。今これらを其徑間數別に見るとき下表の如くである。

徑 間 數	3	5	6	7	9	10	11	12	13	15	17	21	30
橋 數	22	14	3	12	6	1	10	1	7	6	2	1	1

從つて徑間數をもつて區分して公式を求むるとせば、徑間數 3, 5, 7, 11 等のものに於ては相等數の資料を有することゝなるも、其他のものについては資料不充分である。且つこれらの橋梁について平均支間長を用ひて一括算出した結果も徑間數別に求めたる結果も、其實際的の價值に於て大差なきものと考へられたるが故にこれが計算には徑間數を論せず、すべて一括平均支間長を使用することゝした。

橋梁の等級に對する區別も劃然たるものなく、二、三等橋相混交の傾向にあるため、兩者についても其取扱ひを區分せず、一括して公式を求めた。

$$V_c = 0.022 L + 0.177 \quad \text{.....(33)}$$

$$V_s = 3.303 L + 24.73 \quad \text{.....(34)}$$

適用範圍 等級 二、三等 平均支間 9.43~30.7 m 幅員 3.5~20.0 m

表-7 鉄筋コンクリート突桁式桁橋重量表

(一 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)						有効 幅員 (m)	主 中心間 隔(m)	主 桁 数	総コン クリート 量 (m ³)	総重量 (kg)	橋面1m ² 當		備 考
				全支間	総橋 数	平均 支間	成着桁	突桁	吊桁						コンクリ ート量 (m ³ /m ²)	重量 (kg/m ²)	
1	江長	崎	1	42.60	3	14.20	13.30	3.60	10.00	22.00	3.50	7	566.40	83,300	0.593	88	
2	大福	岡	1	73.70	3	24.60	21.55	7.70	15.20	20.50	1.90	14	915.40	241,371	0.600	159	

(二 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)						有効 幅員 (m)	主 中心間 隔(m)	主 桁 数	総コン クリート 量 (m ³)	総重量 (kg)	橋面1m ² 當		備 考
				全支間	総橋 数	平均 支間	成着桁	突桁	吊桁						コンクリ ート量 (m ³ /m ²)	重量 (kg/m ²)	
3	花鶴	岡	2	41.50	3	13.83	12.50	3.00	10.50	7.50	1.65	5	129.60	23,200	0.410	73	
4	和泉	島	2	60.00	3	20.00	20.00	5.00	10.00	4.50	1.50	3	215.35	19,930	0.910	83	
5	横川	崎	2	62.00	3	20.67	14.00	5.00	11.00	8.00	2.00	4	310.10	36,100	0.600	70	両側=桁壁(70m)あり
6	本庄	島	2	73.40	5	14.70	15.00	3.00	10.50	6.00	1.70	4	228.34	38,505	0.518	88	
7	上川	長野	2	75.50	5	15.10	16.00	2.50	11.00	6.60	2.20	3	223.22	39,130	0.450	78	
8	土器川	香	2	81.00	5	16.20	17.00	4.35	9.70	6.50	1.67	4	265.00	44,900	0.503	85	
9	養田	香	2	84.00	5	16.80	18.00	4.00	10.00	6.50	1.84	4	299.70	44,500	0.549	81	
10	坂田	宮崎	2	116.00	5	23.20	26.00	5.50	15.00	15.00	3.30	5	1,318.00	238,900	0.757	137	
11	花水川	奈良	2	120.00	5	24.00	26.50	7.00	13.00	11.30	7.00	2	810.21	144,613	0.600	84	
12	明代	愛知	2	114.02	7	16.30	17.50	3.50	10.50	11.00	3.00	4	666.93	102,899	0.532	82	
13	荒川	栃木	2	131.50	7	18.80	20.00	4.30	11.40	7.50	2.50	3	537.60	77,400	0.550	78	
14	赤城	茨城	2	140.00	7	20.00	20.00	4.00	14.00	5.00	—	—	722.92	90,150	1.030	128	
15	上野	茨城	2	200.00	11	18.20	19.00	4.00	11.00	5.50	2.00	3	690.47	89,300	0.628	81	
16	岩崎	秋田	2	253.70	11	23.00	24.00	5.50	13.00	6.40	4.30	2	1,134.00	195,000	0.700	120	
17	新田	山形	2	302.00	11	27.50	28.00	8.00	14.00	5.50	2.50	2	1,356.50	156,700	0.820	94	
18	山國	福島	2	214.37	13	16.49	16.49	3.25	9.99	8.00	3.00	3	1,062.10	114,700	0.620	67	
19	大里	茨城	2	252.00	13	19.40	20.00	4.00	12.00	5.50	3.60	2	1,062.00	150,400	0.766	108	
20	多摩川	東京	2	396.50	13	30.50	32.00	8.00	16.00	8.00	3.20	3	2,760.50	362,730	0.870	114	
21	青沼	岩手	2	349.00	15	23.27	24.00	5.50	13.00	7.50	4.70	2	1,781.00	274,300	0.680	105	
22	玉川	秋田	2	505.50	30	16.85	17.50	5.00	7.50	6.50	約1.50	5	1,267.00	159,000	0.390	50	

(三 等 橋)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)						有効 幅員 (m)	主 中心間 隔(m)	主 桁 数	総コン クリート 量 (m ³)	総重量 (kg)	橋面1m ² 當		備 考
				全支間	総橋 数	平均 支間	成着桁	突桁	吊桁						コンクリ ート量 (m ³ /m ²)	重量 (kg/m ²)	
23	京滋	賀	3	32.20	3	10.70	9.60	2.00	9.00	7.30	2.10	4	91.50	13,660	0.389	58	
24	板谷	谷	3	31.45	3	11.50	10.20	2.50	9.00	6.00	3.60	2	103.23	13,500	0.500	67	
25	堀部	岐阜	3	40.00	3	13.33	12.00	3.50	9.00	4.50	2.50	2	68.80	11,900	0.380	60	
26	笠ヶ	岐阜	3	41.50	3	13.83	12.25	4.00	9.00	4.50	2.50	2	80.32	12,800	0.430	69	
27	二河	廣島	3	43.00	3	14.33	11.00	5.00	11.00	20.00	1.80	12	—	—	0.430	90	両側に5.5mのアーチ (平均値をとる軌道を有す)
28	常包	香	3	44.00	3	14.70	16.00	4.00	10.00	4.50	3.70	2	112.40	19,000	0.567	96	
29	小島	佐賀	3	45.00	3	15.00	14.00	3.00	11.00	5.00	2.70	2	91.00	14,300	0.403	54	
30	萬年	茨城	3	45.00	3	15.00	14.00	3.00	11.00	5.50	3.00	2	116.00	16,500	0.460	60	肩壁
31	久保	佐賀	3	46.40	3	15.50	14.20	3.00	12.00	7.00	2.60	3	81.82	8,000	0.251	25	
32	四時	福島	3	47.50	3	15.83	14.25	3.50	12.00	5.50	2.60	3	115.42	17,180	0.440	66	
33	川井	岩手	3	51.20	3	17.10	16.00	2.80	13.00	4.50	2.80	2	119.23	16,720	0.520	73	
34	多々良	福岡	3	52.00	3	17.33	16.00	4.00	12.00	5.50	3.40	2	127.30	19,600	0.440	68	
35	相生	長野	3	57.50	3	19.20	17.75	4.00	14.00	6.60	2.20	3	239.20	29,920	0.630	78	
36	千丈	大分	3	59.00	3	19.70	23.00	6.00	13.00	5.50	2.60	3	268.00	33,888	0.830	74	
37	常磐	茨城	3	60.50	3	20.20	18.50	4.50	14.00	5.00	2.10	3	241.50	42,900	0.730	129	
38	大岩	長野	3	70.50	3	23.50	22.25	5.00	16.00	4.50	2.70	2	230.00	27,500	0.730	87	
39	拜田	大分	3	85.20	3	28.40	27.40	6.70	15.00	5.50	2.00	3	388.50	46,000	0.830	100	

(三 等 橋)

表 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)					有効 幅員 (m)	主 桁 中心間 隔(m)	主 桁 数	総コンク リート量 (m ³)	総鋼筋量 (kg)	橋面 1m ² 當		備 考
				全支間	平均 支間	陸揚橋	突橋	吊橋						コンクリ ート量 (m ³ /m ²)	鋼筋量 (kg/m ²)	
40	三 國 千 葉		3	75.00	5 15.00	16.50	5.00	9.00	6.40	4.00	2	192.80	34,400	0.400	71	
41	且 茂 滋 賀		3	78.33	5 15.67	13.87	3.29	9.85	4.90	3.47	2	204.50	20,400	0.540	50	
42	押 川 茨 城		3	80.00	5 16.00	14.50	3.00	10.00	5.50	3.00	2	237.70	35,700	0.540	80	
43	民 都 長 野		3	88.50	5 17.70	17.00	3.50	12.00	4.50	2.50	2	250.39	35,950	0.630	90	
44	小 鷗 岩 手		3	89.00	5 17.80	19.00	3.00	13.00	5.50	2.00	3	276.00	40,000	0.564	82	
45	片瀬川 津奈川		3	100.00	5 20.00	20.00	5.25	12.00	8.00	4.00	3	557.21	80,720	0.420	60	新橋
46	三吉野 奈良		3	150.00	5 30.00	30.00	7.00	16.00	4.50	3.00	2	530.00	99,000	0.790	144	
47	川 島 宮 崎		3	150.00	5 30.00	31.00	7.00	20.00	5.00	3.60	2	452.98	104,090	0.660	139	
48	加 茂 岡 山		3	81.00	6 13.50	13.63	4.00	9.80	5.50	4.00	2	234.31	23,568	0.530	73	
49	湯 岡 福 井		3	102.60	6 17.10	18.00	3.00	12.00	7.50	2.10	4	417.90	62,430	0.543	81	
50	久 慈 岩 手		3	145.30	6 24.50	26.00	5.50	15.00	5.55	1.55	4	660.25	82,737	0.817	102	
51	水無瀬 東京		3	66.00	7 9.43	9.50	2.00	5.40	8.00	1.90	5	261.10	37,320	0.490	71	新橋
52	切 川 和歌山		3	50.52	7 12.90	13.40	2.00	9.40	5.00	2.00	3	211.90	42,400	0.470	94	
53	依 田 長 野		3	98.40	7 14.00	15.00	3.30	8.40	4.60	3.00	2	232.81	32,706	0.514	74	
54	長 門 千 葉		3	125.00	7 17.86	19.00	4.30	10.00	5.80	3.60	2	343.40	68,200	0.470	94	
55	松 川 長 野		3	125.00	7 17.86	19.00	4.00	11.00	5.50	2.10	3	410.41	58,000	0.600	84	
56	木内澤 秋 田		3	132.80	7 19.00	20.00	5.00	10.00	5.50	2.10	3	512.94	80,350	0.702	110	
57	奈河口 山 形		3	138.00	7 19.71	22.00	6.00	10.00	5.60	2.15	3	666.70	51,900	0.560	67	
58	扇 田 秋 田		3	163.60	7 23.40	25.00	6.00	13.00	5.50	3.80	2	574.10	97,770	0.645	108	
59	宮 古 岩 手		3	195.60	7 23.00	30.00	7.50	15.00	5.50	2.20	3	1,186.50	151,260	1.100	140	
60	養 老 千 葉		3	119.55	9 13.30	17.00	4.60	9.00	6.00	3.40	2	296.20	65,100	0.410	91	
61	幸 久 茨 城		3	170.74	9 19.00	18.50	4.00	10.50	5.50	3.60	2	543.30	76,100	0.570	81	
62	天龍大 長 野		3	197.62	9 22.00	23.00	5.00	13.60	5.50	2.00	3	732.47	95,481	0.673	88	
63	安 達 和歌山		3	197.86	9 22.00	23.00	5.00	13.00	5.50	2.00	3	730.00	125,000	0.670	110	
64	寶 泉 秋 田		3	226.55	9 25.20	26.50	6.25	14.00	5.50	3.60	2	926.45	141,710	0.744	114	
65	佐 伯 岡 山		3	239.00	9 26.50	28.00	7.00	14.00	4.50	2.80	2	685.00	130,000	0.637	122	
66	音無 京 都		3	190.00	10 19.00	19.00	4.00	11.00	6.00	5.60	2	871.00	91,700	0.690	73	
67	前川大 朝 鮮		3	171.00	11 15.53	15.00	3.00	11.00	5.00	?	?	420.80	51,200	0.490	60	
68	高 瀬 長 野		3	291.22	11 17.40	30.50	7.00	16.50	5.50	1.55	—	1,277.60	193,700	0.800	121	
69	郡現川 茨 城		3	200.00	11 18.50	18.50	4.00	10.50	5.50	3.00	2	616.00	85,400	0.560	80	
70	殿 島 長 野		3	213.51	11 19.50	20.00	3.50	13.00	4.50	2.50	2	536.06	83,195	0.558	87	
71	相 生 兵 庫		3	251.40	11 22.80	24.00	6.00	12.00	6.00	6.90	2	—	—	—	—	
72	泰 仁 京 都		3	275.00	11 25.00	26.00	6.50	13.00	5.00	3.50	2	1,007.00	154,000	0.730	112	
73	小瀬野 福 岡		3	324.50	11 29.50	30.50	7.00	16.50	7.50	—	—	1,885.90	292,200	0.770	125	
74	大 曲 秋 田		3	368.66	12 30.70	32.00	8.00	16.00	5.50	4.00	2	1,733.39	239,500	0.855	118	
75	勘 六 福 岡		3	210.90	13 16.20	17.50	3.00	11.50	9.00	2.22	4	820.04	124,620	0.440	66	
76	根 野 兵 庫		3	211.00	13 16.50	12.00	3.85	9.30	6.00	4.40	3	709.70	95,900	0.560	78	
77	森 川 枝 早 手		2	240.00	13 18.46	19.00	3.50	12.00	5.50	2.10	3	656.00	117,600	0.500	82	
78	廣 表 岩 手		3	248.80	13 19.20	20.00	3.30	13.40	3.50	2.30	2	554.55	85,371	0.637	98	
79	志賀島 福 岡		3	205.00	15 13.67	15.00	2.95	9.10	4.50	1.50	3	331.60	57,110	0.360	62	両側=突桁(5.00m)あり
80	静 天 福 岡		3	218.50	15 14.57	15.50	3.00	10.70	4.00	2.60	2	351.30	61,770	0.409	70	両側=突桁(5.40m)あり
81	給 山 山 梨		3	257.90	15 17.20	17.50	3.75	10.00	5.50	—	—	802.13	105,610	0.570	75	
82	沼田大 廣 島		3	314.00	15 20.00	20.00	4.00	12.00	5.50	3.50	2	918.70	153,700	0.530	89	
83	豆 津 福 岡		3	350.00	15 23.33	22.00	5.70	12.60	6.00	3.80	2	1,479.20	213,100	0.700	101	吊橋 (S.O...②)
84	安 曇 長 野		3	528.36	17 19.30	19.80	4.40	11.00	4.50	2.80	2	798.56	128,530	0.540	77	突桁 (0.5...②)
85	鶴 崎 大 分		3	341.30	17 20.00	21.00	4.00	13.00	5.50	4.00	2	1,054.80	141,686	0.560	75	突桁 (7.0...②)
86	池田 長 野		3	350.50	21 18.10	18.40	3.20	12.00	4.50	2.80	2	994.10	132,100	0.580	77	突桁 (8.7...②)

図-18 及図-19 はこれらの公式と實コンクリート量及鉄筋量を比較したものである。

図-18 鉄筋コンクリート突桁式
桁橋のコンクリート量

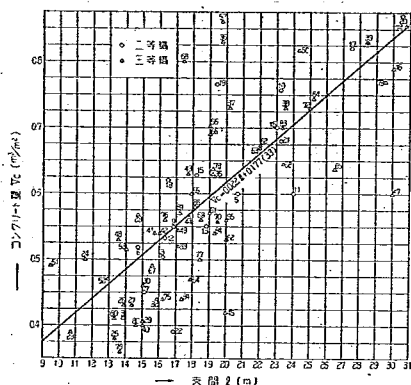
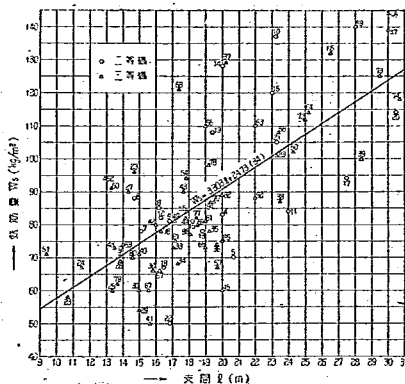


図-19 鉄筋コンクリート突桁式
桁橋の鉄筋量



(3) 鉄筋コンクリート連続桁橋

鉄筋コンクリート連続桁橋の資料としては表-8 に掲げた 27 橋を得たが、中 2 径間橋及 4 径間橋は其資料乏きため、コンクリート量及鉄筋量の公式は 3 径間橋につきてのみ求めた。3 径間橋について見るに 1, 2 の例外のほか其径間長は、各径間とも同一のもの多きが故に重量公式に用ふべき支間として 1 径間分を探つた。幅員は一等及二等橋に 10 m を越すもの 2 橋あるも、其他の三等橋は 4.00 m~7.50 m である。これに對する主桁数であるが、一等橋に 10 本、二等橋に 6 本のものあるほか、多くは 2~5 本となつてをる。

$$V_c = 0.035 L + 0.029 \quad \dots \dots \dots (35)$$

$$V_r = 4.88 L + 5.51 \quad \dots \dots \dots (36)$$

適用範囲 等級 一, 二, 三等 支間 9.8~17.4 m 幅員 4.0~16.68 m 径間数 3

これらの公式と實コンクリート量又は鉄筋量との関係は図-20 及 図-21 の如くである。

表-8 鉄筋コンクリート連続桁橋重量表

(2 径 間)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 長 (m)	径 間 数	有 効 幅 員 (m)	主 桁		総コン クリ ート量 (m³)	総 鉄 筋 量 (kg)	橋 面 1m² 當		摘 要
							中心幅間 (m)	本数			コンクリ ート量	鉄 筋	
1	堺	廣 島	1	10.66	2	17.20	1.90	10	67.50	8,237	0.270	33	
2	釜生路	奈 良	2	11.60	2	4.50	—	—	23.60	5,450	0.240	55	
3	鷺 澤	岩 手	3	11.00	2	7.50	2.60	4	38.50	8,370	0.467	10	
4	太 田	岩 手	2	12.00	2	4.55	1.60	3	798.60	128,605	0.405	65	
5	釜 戸	枝 阜	2	12.12	2	4.50	—	4	29.80	3,750	0.520	70	
6	九十九	福 井	2	14.50	2	12.00	1.50	8	104.70	16,135	0.591	94	
7	昭 和	福 岡	2	15.50	2	5.50	1.10	4	—	—	0.660	73	

(3 徑 間)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支間 長 (m)	徑間 數	有 効 幅員 (m)	主 桁 中心間隔 (m)	本數	総コン クリート量 (m³)	総 鉄 筋 量 (kg)	橋 面 1m² 當 コンクリ ート量 (m³/m²)	鉄 筋 量 (kg/m²)	備 考
8	三 軒	鳥 取	3	9.80	3	5.50	1.80	4	148.00	20,635	0.390	55	
9	岩 澤	山 形	3	10.97	3	4.37	—	—	23.30	3,225	0.436	60	
10	三 川	福 島	3	10.97	3	6.40	6.86	2	31.70	4,466	0.300	42	
11	松 川	鳥 取	2	11.00	3	7.50	1.60	5	44.60	5,345	0.516	65	
12	土 枝	福 島	3	11.52	3	5.43	—	4	30.60	4,505	0.487	72	
13	御所大	徳 島	3	11.60	3	4.00	2.40	2	155.36	22,129	0.370	53	
14	戸 草	賀 手	3	12.00	3	4.50	5.60	2	58.83	9,700	0.360	60	
15	御河邊	鳥 取	3	12.12	3	4.50	—	4	25.50	9,467	0.470	70	
16	八幡川	廣 島	2	12.30	3	10.00	1.80	6	57.20	8,726	0.468	71	
17	太 平	岡 岡	3	12.70	3	4.50	—	3	—	—	0.520	71	
18	熱 和	和 歌 山	3	12.80	3	4.00	1.50	3	258.00	41,800	0.560	91	
19	外ノ内	茨 城	3	14.00	3	5.50	2.10	3	85.50	13,500	0.430	68	
20	京 島	鳥 取	3	14.00	3	5.60	1.70	4	103.06	14,677	0.500	68	
21	笛 吹	山 梨	3	14.50	3	6.00	—	—	556.41	64,286	0.530	61	
22	幸 井	福 井	1	14.88	3	16.68	—	10	158.40	21,869	0.638	88	
23	乙 字	福 島	3	15.00	3	5.50	2.95	2	232.50	28,906	0.470	58	
24	穴吹川	徳 島	3	15.60	3	5.50	2.70	2	422.80	61,890	0.550	80	
25	新 長	野 郎	3	17.00	3	7.30	2.00	4	269.21	32,882	0.710	87	
26	木 町	宮 城	3	17.40	3	6.00	4.80	2	181.44	31,560	0.610	105	

(4 徑 間)

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支間 長 (m)	徑間 數	有 効 幅員 (m)	主 桁 中心間隔 (m)	本數	総コン クリート量 (m³)	総 鉄 筋 量 (kg)	橋 面 1m² 當 コンクリ ート量 (m³/m²)	鉄 筋 量 (kg/m²)	備 考
27	登 津	能本市	1	—	4	4.50	5.45	3	79.00	13,000	0.430	71	

図-20 3 徑間鉄筋コンクリート連続桁橋
のコンクリート量

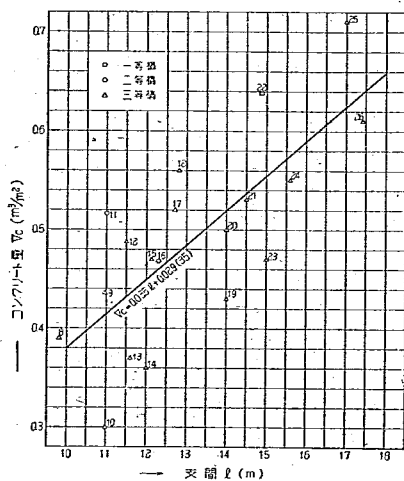
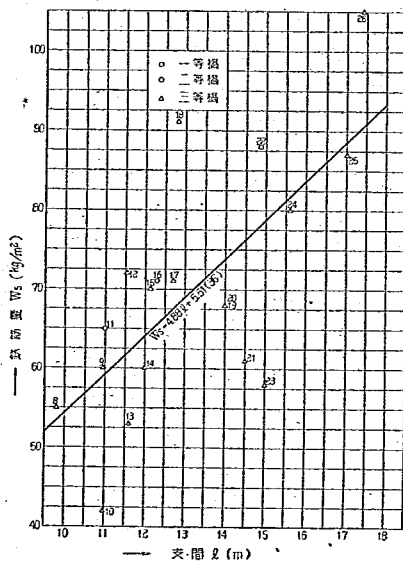


図-21 3 徑間鉄筋コンクリート連続
桁橋の鉄筋量



(4) 鉄筋コンクリート拱橋

鉄筋コンクリート拱橋の資料として表-9の48橋を求めたも、拱橋本来の性質上、其形状設計法、工法共に多岐にわたり、これ等を一括すべき重量公式の算定は困難であつた。よつてこゝには其資料を掲ぐるに止める。

表-9 鉄筋コンクリート拱橋重量表

番 號	橋 名	所 在 地	等 級	支 間 (m)	有 効 幅 (m)	主 中心 距離 (m)	拱 脚 数	拱 矢		総コン クリート 量 (m ³)	総重量 (kg)	橋面 1m ² コンクリ ート量 (m ³ /m ²)	鉄 筋 (kg/m ²)	備 考
								h (m)	(f/h)					
1	明治	滋賀	1	55.00	17.00	版	—	6.70	8.20	1,974.78	85,907	1.950	85	無附
2	荒瀬	岩手	2	22.00	6.00	版	—	4.40	5.50	361.00	22,020	0.840	51	無附
2	荒瀬	岩手	2	24.20	11.00	版	—	4.00	6.03	3,555.90	530,380	1.300	190	無附
4	片平	長野	2	26.00	5.50	2.10	3	8.50	3.10	191.80	27,600	1.060	153	無附
5	遊行寺	高知	2	27.40	2.80	1.80	2	5.00	5.50	83.00	9,373	0.990	110	無附
6	御幸	山形	2	35.00	7.50	1.70	3	12.00	2.90	262.60	28,205	0.970	104	無附
7	葵	和歌山	3	11.50	4.50	版	—	3.00	3.84	73.71	11,381	1.335	193	無附
8	鹽ノ江	香川	3	18.24	4.55	3.03	2	4.57	4.00	70.30	39,669	0.683	383	無附
9	秋川	東京	3	19.80	5.50	版	—	3.00	6.00	215.20	23,170	0.650	70	無附
10	大・石	岩手	3	20.00	4.50	版	—	5.00	4.00	118.29	11,750	0.940	93	無附
11	天龍	茨城	3	22.00	5.50	版	—	4.40	5.00	90.00	7,700	0.740	64	無附
12	宮前	香川	3	22.50	5.50	1.56	4	6.00	3.50	114.40	12,260	1.016	108	無附
13	城嶺	愛知	3	23.04	4.50	3.30	2	3.00	7.70	250.36	42,450	0.773	131	無附
14	黒谷	石川	3	24.00	4.00	版	—	6.00	4.00	242.59	26,210	1.740	189	無附
15	岩屋戸	宮崎	3	25.00	4.00	—	—	8.30	3.00	56.8	11,721	0.570	120	無附
16	河合	福岡	3	26.00	4.50	—	—	8.63	3.00	178.70	20,371	1.450	166	無附
17	名島	福岡	3	26.15	24.00	—	—	3.60	7.30	571.10	65,743	0.810	90	無附
18	永久	茨城	3	30.00	5.00	版	—	5.00	6.00	272.00	27,000	1.350	134	無附
19	高才	長野	3	31.00	5.50	版	—	7.00	4.40	145.70	22,600	0.850	128	無附
20	渡戸	埼玉	3	31.35	5.50	版	—	5.00	6.30	357.77	33,614	0.860	81	無附
21	田子内	秋田	3	32.00	5.50	版	—	5.50	5.50	238.64	27,910	1.212	131	無附
22	七ヶ	佐賀	3	32.50	5.50	2.00	3	3.70	8.70	193.70	21,360	0.741	82	無附
23	皆野	埼玉	3	34.00	5.50	版	—	6.00	5.70	584.46	42,450	1.010	73	無附
24	山清	長野	3	38.00	5.50	1.85	4	4.75	8.00	250.17	31,470	1.150	145	無附
25	松花	長野	3	40.00	5.50	4.20	2	8.00	5.00	185.10	18,360	0.840	83	無附
26	久留路	長野	3	44.00	5.50	2.00	3	7.00	6.50	301.00	55,300	1.190	221	無附
27	登山	鳥取	3	45.00	5.50	3.60	2	12.40	3.63	394.34	43,274	1.127	124	無附
28	結射	長野	3	47.00	5.50	1.88	4	9.40	5.00	895.40	63,100	2.370	180	無附
29	水川	東京	3	50.60	6.30	4.70	2	12.50	4.00	968.40	41,200	1.830	76	無附
30	坂戸	東京	3	70.00	5.50	2.00	3	11.70	6.00	1,055.73	130,370	2.470	304	無附
31	寶	岐阜	3	44.00	5.50	3.30	2	4.55	9.70	168.70	28,450	0.670	114	2 鉄附
32	鳥羽大	京都	1	17.75	1.80	—	—	—	—	989.90	47,317	2.850	140	無附
33	新江	東京	1	25.24	21.92	—	—	6.70	3.50	841.20	71,830	1.503	128	無附
34	大江	大阪市	1	26.25	44.00	版	—	2.75	9.60	4,096.00	536,000	1.300	178	無附
35	京	和歌山	1	27.00	18.18	—	—	2.50	9.30	609.80	70,050	1.150	100	無附
36	結川	茨城	2	22.00	7.50	—	—	4.40	5.00	87.30	10,800	0.530	65	無附
37	正統	兵庫	2	22.70	6.00	—	—	3.00	7.60	1,310.00	116,600	0.802	71	無附
38	大衆	山形	2	24.24	16.36	—	—	2.54	9.50	859.90	98,003	1.920	220	無附
39	今	福井	2	26.00	6.00	—	—	2.50	9.30	89.83	11,580	0.574	74	無附
40	海運	三重	3	15.00	5.50	—	—	—	—	65.30	12,500	0.690	140	無附
41	新東	山形	3	24.00	5.44	—	—	4.80	5.00	222.80	27,544	1.710	211	無附
42	岩部	山形	3	31.00	6.40	—	—	3.00	10.00	225.5	24,100	1.137	121	無附
43	渡川	宮崎	3	28.06	5.50	—	—	4.20	6.70	138.50	19,559	0.790	111	一鉄附
44	都	千葉	3	15.00	6.00	2.00	4	2.80	5.35	90.40	13,100	0.960	142	二鉄附
45	民高	岩手	3	15.00	4.00	2.50	2	3.00	5.00	47.00	5,150	0.625	68	二鉄附
46	豊年	盛岡	2	24.24	5.00	—	—	2.40	5.15	98.45	18,725	0.788	149	下路
47	三架	千葉	3	31.00	6.00	6.70	2	5.50	5.60	363.60	134,100	0.652	240	下路
48	旭	神奈川	2	36.00	10.00	7.00	2	4.80	7.50	223.90	41,390	0.567	105	外に工形欄が 入つて居る

IV. 要 約

以上述べ來つた諸重量公式を要約すれば表-10 の如くである。これらの中主要なもの、總鋼重公式を圖示したものが圖-22 である。これによつて徑間長に應じ、橋種別の鋼重の差異の大體を知ることが出来る。

圖-22 本邦道路橋總鋼重公式

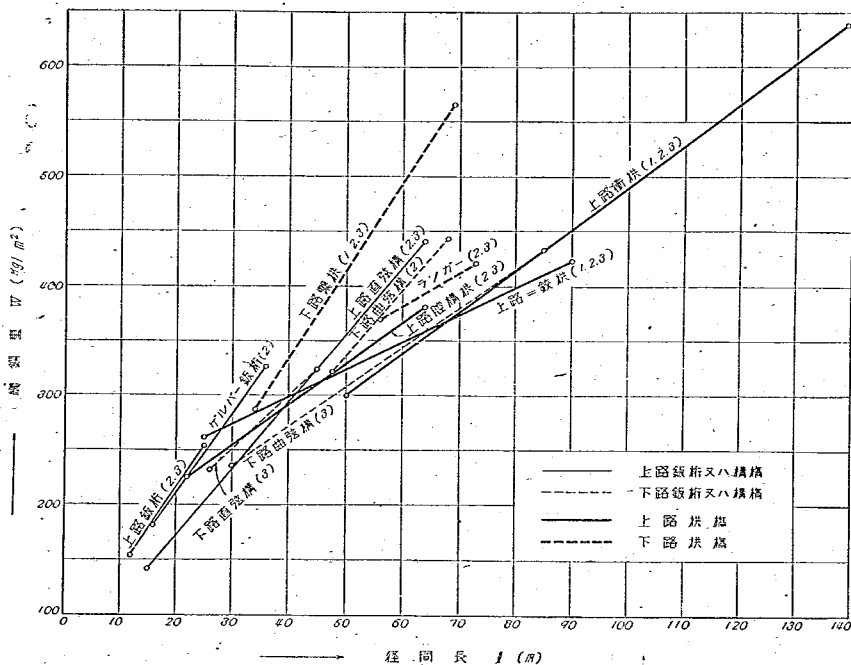


表-10 本 邦 道 路 橋 重 量 公 式

有効橋面(有効幅員×支間) $1m^2$ 當り諸重量を下掲の記載にて示す。

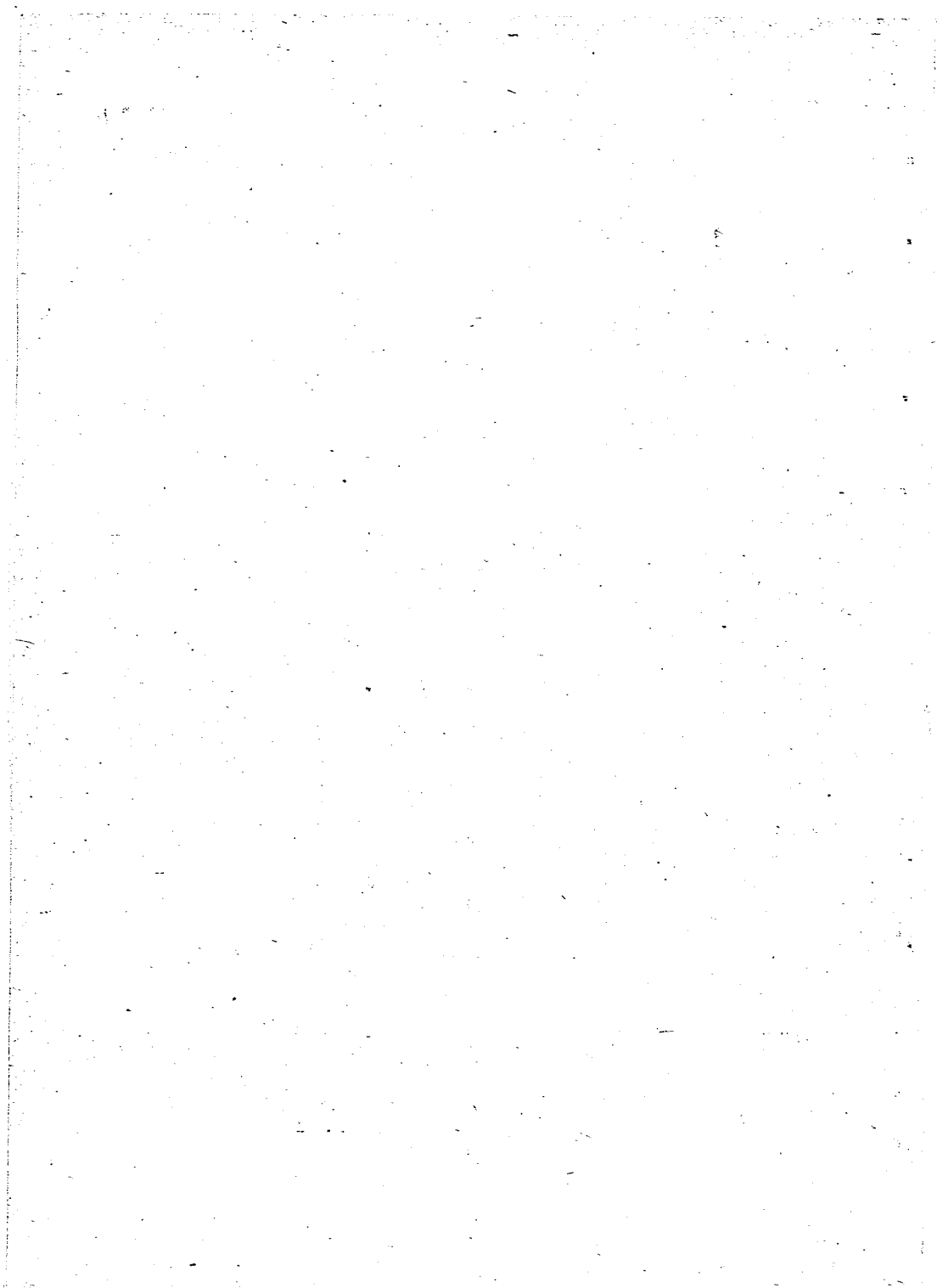
W : 鋼橋の總重量 (kg/m^2)

V_c : 鉄筋コンクリート橋の主橋體用コンクリート量 (m^3/m^2)

w : 鋼橋の主桁又主樑のみの鋼重 (kg/m^2)

W_s : 鉄筋コンクリート橋の主橋體用鉄筋量 (kg/m^2)

橋 種	重 量 公 式	適 用 範 圍					摘 要
		等 級	支 間 (m)	幅 員 (m)	主桁數	其 他	
上路鉸桁橋	$W = 7.67 l + 61.6$ (1) $w = 7.06 l + 10.9$ (2)	二, 三	12.04 ~ 25.2	3.6 ~ 12.0	2 ~ 5		l 支間長
上路突桁式鉸桁橋	$W = 7.80 l + 34.0$ (3) $w = 5.67 l - 1.0$ (4)	二, 三	13.3 ~ 22.2	3.6 ~ 12.0	2	歩道ブラケット無	"
	$W = 4.79 l - 85.65$ (5) $w = 3.83 l - 111.59$ (6)	一, 二, 三	48.3 ~ 162.56	5.5 ~ 25.0	2 ~ 10	徑間數 3	l 全支間長
	$W = 12.74 l - 4.42$ (7) $w = 11.84 l - 114.09$ (8)	一	11.0 ~ 54.2	10.0 ~ 27.3	3 ~ 14	徑間數 3 ~ 20	l 平均支間長
	$W = 7.23 l + 66.23$ (9) $w = 6.57 l + 1.20$ (10)	二	16.1 ~ 36.43	5.0 ~ 25.0	2 ~ 9	徑間數 3 ~ 57	l "
	$W = 7.78 l + 20.2$ (11) $w = 7.75 l - 48.86$ (12)	三	19.8 ~ 30.53	5.5 ~ 6.0	2	徑間數 3 ~ 17	l "
上路直弦鋼樑橋	$W = 6.11 l + 50.2$ (13) $w = 4.22 l + 19.9$ (14)	二, 三	14.8 ~ 63.5	3.6 ~ 6.57	2	—	l 支間長
下路直弦鋼樑橋	$W = 4.86 l + 104.3$ (15) $w = 3.73 l + 28.7$ (16)	三	26.4 ~ 45.0	3.64 ~ 8.5	2	—	"
下路曲弦鋼樑橋	$W = 6.09 l + 30.24$ (17) $w = 4.41 l - 29.40$ (18)	二	48.0 ~ 68.2	5.5 ~ 12.0	2	—	"
	$W = 1.79 l + 282.5$ (19) $w = 0.304 l + 215.15$ (20)	三	30.0 ~ 85.0	4.6 ~ 8.83	2	—	"
上路二铰拱橋	$W = 2.50 l + 198.46$ (21) $w = 1.78 l + 90.10$ (22)	一, 二, 三	25.6 ~ 90.0	4.5 ~ 22.0	—	—	"
上路三铰拱橋	$W = 3.71 l + 144.17$ (23) $w = 2.43 l + 96.34$ (24)	二, 三	21.6 ~ 64.42	4.5 ~ 7.5	—	—	"
下路雙拱橋	$W = 7.97 l + 16.54$ (25) $w = 7.69 l - 136.8$ (26)	一, 二, 三	33.5 ~ 69.0	5.4 ~ 25.1	—	—	"
ランガ型拱橋	$W = 2.99 l + 203.36$ (27)	二, 三	56.4 ~ 72.8	4.5 ~ 7.5	—	—	"
上路桁拱橋	$W = 3.805 l + 109.82$ (28)	一, 二, 三	50.4 ~ 139.9	5.5 ~ 12.7	—	徑間數 3	l 全支間長
三等橋	$W = 3.12 l + 186.35$ (29) $w = 2.17 l + 128.64$ (30)	三	21.6 ~ 90.0	4.5 ~ 6.5	—	—	l 支間長
各種型式拱橋	$V_c = 0.034 l + 0.075$ (31) $W_s = 3.112 l + 24.711$ (32)	二, 三	5.5 ~ 16.0	2.8 ~ 18.86	—	—	l "
T型鉄筋コンクリート単桁橋	$V_c = 0.022 l + 0.177$ (33) $W_s = 3.303 l - 24.73$ (34)	二, 三	9.43 ~ 30.7	3.5 ~ 20.0	2 ~ 14	徑間數 3 ~ 30	l 平均支間長
上路突桁式鉄筋コンクリート桁橋	$V_c = 0.035 l + 0.029$ (35) $W_s = 4.88 l + 5.51$ (36)	一, 二, 三	9.8 ~ 17.4	4.0 ~ 16.68	2 ~ 10	徑間數 3	l 1 徑間長



コンクリート用骨材の性質並に 之に基く骨材の所要量の決定

(東京土木出張所管内の材料に就て)

内務技師 金子 証

目 次

I. 序 言	(1)
II. 砂利に関する調査及び試験	(4)
III. 碎石及び鰹滓に関する調査及び試験	(8)
IV. 砂に関する調査及び試験	(9)
V. 粗骨材の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響に関する試験	(15)
VI. コンクリートの骨材の所要量	(18)
[1] コンクリートの従來の配合、及びそのコンクリートの練立容積	(18)
[2] 骨材の性質に應ずる練立容積及び骨材の所要量	(20)

I. 序 言

内務省東京土木出張所は、東京、千葉、茨城、埼玉、栃木、群馬、長野、山梨、神奈川、静岡の 1 府 9 縣に互つて河川の改修、道路の改良、砂防其他の直轄工事を施工して來てゐるが、是等の工事に使用されるコンクリートの量は年々 30,000 m³~50,000 m³ の多量に及んでゐる。

而して、之に用ひられる骨材は主として管内の各河川から採取せられるものであるが、管内には利根水系の如く幾多の支流川を有する本邦屈指の大河川を初めとし、荒川、富士川、多摩川、相模川、久慈川、那珂川等、大小幾多の河川があり、各々多量の砂利、砂を産出してゐる。是等多數の河川から産出される砂利、砂は、河川の異なるに従ひ、又同一河川に於ても採取箇所の異ると共にその骨材としての性質も亦變化するから、各現場に於て使用されてゐる骨材が、その性質の相違によつて、骨材の使用量、コンクリートの性質等に對して少からぬ影響を及ぼしてゐることは容易に考へられるのである。

近年、道路工事に於て鋪裝其他に固練りのコンクリートが用ひられると共に、コンクリートの施工に當つて骨材の不足が訴へられる場合が極めて多い。之はコンクリートの施工に當つて、使用水量を少くし、ランパー、ブレイカー等を使用して緻密なコンクリートを造るため、従來の鰹筋コンクリート用の軟練りの場合と同一の設計量では、固練りの場合に骨材の不足を生ずるのは當然である。

斯の如き骨材の不足を生ぜしめないためには、設計に當つて、コンクリートの配合、施工法、並に骨材の性質を考慮して、骨材の使用量に變化を與へねばならない。

茲に、東京土木出張所管内の工事現場から、その使用する骨材を集め、その性質を試験し、コンクリートの設計に對する資料を求めたのである。

本試験に於て取扱つた試料はその總數 91 種、その内砂利 52 種、碎石及び鰹滓各 1 種、砂 37 種で、各々約 50 kg 宛を集め、之に對して比重、單位重量、空隙率を求め、洗試験によつて泥土含有率を量り、篩分析に

表-1 砂 利 試 驗 成 績 表

試料番号	土質	採取地	使用場所	比重	比重	原形砂 (kg/m³)		含水率 (%)	容積率 (%)	空隙率 (%)	篩目	篩分 (mm)										用途			
						原形砂	生熟砂					5-25	25-50	50-75	75-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400				
26-1	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.60	1497	1578	34.7	39.3	1.4	6.3	11.8	244	0	0	22.5	26.8	32.5	35.8	0.4	0	0	0	河川コンクリート及びコンクリートブロック	
26-2	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.61	1569	1539	46.5	40.7	0.8	0.2	6.8	0.9	2.62	0	0	2.1	25.6	34.7	29.6	7.5	0.3	0	河川コンクリート	
26-3	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.58	1650	1554	36.0	39.4	1.4	0.1	21.9	3.4	2.15	0	0	1.3	7.6	16.8	33.6	30.2	10.2	0.3	河川コンクリート	
26-4	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.56	1637	1536	36.6	39.2	1.2	0.1	16.0	2.4	2.01	0	0	3.0	13.4	14.3	24.1	31.8	11.5	0	河川コンクリート	
26-5	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.52	1692	1560	35.8	42.6	2.0	0.1	13.9	2.0	6.53	0	0	0	1.2	4.7	13.1	40.3	34.3	8.4	河川コンクリート	
26-6	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.59	1632	1513	34.5	39.2	1.5	0.6	22.4	3.2	6.09	0	0	0	2.4	21.5	46.3	25.7	4.3	0	河川コンクリート	
26-7	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.58	1725	1626	33.1	37.0	1.2	0.5	8.9	4.3	6.77	0	0	0	0.3	8.9	27.0	36.6	27.9	3.1	河川コンクリート	
26-8	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.54	1717	1616	32.4	36.4	1.5	0.5	3.1	7.8	6.77	0	0	0	3.4	11.0	21.9	24.3	33.3	2.1	河川コンクリート	
26-9	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.44	1537	1415	36.2	42.9	2.4	0.5	14.5	2.8	7.21	0	0	0	8.9	17.7	15.6	17.0	19.8	20.8	0.2	河川コンクリート
26-10	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.55	1741	1583	33.8	39.8	0.8	0.4	4.4	9.1	7.78	1.4	2.1	31.5	23.2	21.2	11.8	6.8	4.6	1.4	河川コンクリート	
26-11	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.65	1729	1624	34.8	38.2	0.7	0.1	2.8	16.8	7.29	0	0	5.9	14.1	10.0	23.0	25.8	23.8	0.4	河川コンクリート	
26-12	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.64	1757	1660	31.1	37.1	0.7	0.3	—	—	7.91	0	0	1.3	9.7	17.2	21.0	24.5	23.1	1.4	河川コンクリート	
26-13	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.52	1743	1630	31.5	37.0	0.7	0.1	10.0	4.0	6.85	0	0	1.9	8.8	12.9	18.9	26.4	23.4	2.7	河川コンクリート	
26-14	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.51	1693	1573	33.1	37.8	1.6	0.4	6.5	6.2	7.86	0	0	13.2	23.1	21.4	20.8	15.8	3.7	0	河川コンクリート	
26-15	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.56	1679	1583	33.0	39.8	0.8	0.2	—	—	7.29	0	0	0	10.0	18.0	25.2	27.0	18.7	1.1	河川コンクリート	
26-16	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.52	1687	1586	30.5	44.9	0.8	0.1	—	—	7.86	0	2.0	38.0	25.4	19.8	16.5	1.2	0.2	0	河川コンクリート	
26-17	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.50	1667	1528	38.2	43.2	1.8	1.2	—	—	7.61	0	0	4.9	25.0	31.3	25.1	13.6	0.1	0	河川コンクリート	
26-18	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.63	1671	1533	36.5	41.1	1.3	0.2	—	—	8.09	0	16.3	48.4	18.6	17.5	4.1	1.1	0	0	河川コンクリート	
26-19	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.68	1669	1501	40.7	44.7	1.1	2.3	—	—	7.99	1.5	3.9	25.9	17.7	16.2	16.7	16.2	1.5	0.1	河川コンクリート	
26-20	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.68	1669	1501	40.7	44.7	1.1	2.3	—	—	7.40	1.0	2.4	16.4	11.5	16.6	16.4	21.1	18.2	0.4	河川コンクリート	
26-21	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.65	1748	1621	34.0	38.4	0.4	0.4	—	—	7.21	0	0	1.2	9.5	14.2	16.1	16.5	21.7	20.1	0.7	河川コンクリート
26-22	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.61	1671	1577	36.0	39.6	1.0	1.1	—	—	7.32	0	0	11.6	19.5	14.1	16.7	18.8	13.2	2.1	河川コンクリート	
26-23	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.59	1657	1538	38.8	40.5	0.9	1.5	—	—	7.55	0	0	9.9	20.3	24.8	24.5	16.6	1.9	0	河川コンクリート	
26-24	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.58	1761	1590	34.0	38.8	1.4	1.3	—	—	7.13	0	1.4	12.1	10.4	12.7	16.4	22.3	21.4	1.3	河川コンクリート	
26-25	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.52	1677	1549	33.5	38.5	2.4	1.7	—	—	7.13	0	1.4	5.3	14.4	16.0	15.9	24.2	20.1	2.7	河川コンクリート	
26-26	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.56	1632	1503	36.2	41.3	2.2	0.8	—	—	7.28	0	0	1.4	12.2	26.2	25.3	23.5	11.0	0.1	河川コンクリート	
26-27	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.62	1657	1538	38.8	40.5	0.9	1.5	—	—	6.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-28	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.59	1657	1538	38.8	40.5	0.9	1.5	—	—	6.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-29	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.57	1701	1573	33.8	38.8	1.8	0.6	—	—	6.91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-30	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.64	1634	1510	38.1	42.0	0.7	0.5	—	—	7.51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-31	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.62	1616	1522	37.2	41.9	0.9	0	—	—	7.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-32	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.62	1634	1523	37.6	41.8	0.9	0	—	—	7.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-33	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.56	1663	1549	36.2	39.3	1.1	0.4	—	—	7.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-34	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.56	1658	1532	36.3	40.5	1.4	0.6	—	—	7.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-35	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.53	1663	1556	34.0	39.0	1.0	0.3	—	—	7.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-36	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.55	1684	1572	34.9	38.4	1.6	0.5	—	—	7.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-37	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.64	1698	1580	33.9	40.2	1.2	0.3	—	—	7.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-38	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.65	1622	1462	36.8	44.1	1.6	0.7	—	—	7.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-39	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.51	1650	1536	33.5	38.8	2.3	1.0	—	—	7.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-40	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.49	1654	1525	33.6	38.8	2.3	0.6	—	—	7.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-41	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.53	1668	1578	34.1	37.6	1.7	0.2	—	—	6.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-42	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.56	1702	1578	33.5	38.4	1.3	0.5	—	—	6.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-43	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.53	1673	1563	33.9	38.1	1.6	0.3	—	—	6.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-44	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.54	1658	1545	34.7	39.2	1.6	0.6	—	—	7.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-45	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.58	1683	1583	36.2	42.8	1.0	0.1	—	—	7.42	0	2.1	10.6	11.3	20.0	26.8	24.2	4.0	0	河川コンクリート	
26-46	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.59	1677	1512	36.2	43.1	3.0	2.0	—	—	7.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-47	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.44	1542	1396	36.8	43.9	2.0	2.7	—	—	7.85	0	4.3	35.9	27.4	13.6	11.0	7.6	0.2	0	河川コンクリート	
26-48	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.49	1499	1337	37.5	44.3	2.7	2.1	—	—	7.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-49	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.48	1559	1377	36.8	44.0	1.5	0.5	—	—	7.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-50	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.53	1578	1417	35.1	41.2	0.5	1.2	—	—	7.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-51	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.61	1670	1547	35.7	40.7	0.9	0.2	—	—	7.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート
26-52	河川砂	利根川	埼玉県熊谷市	利根川砂	2.64	1707	1561	35.3	40.9	1.9	0.6	—	—	7.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	河川コンクリート

備考 — 最大又は最小値

コンクリート用骨材の性質値に之に基づく骨材の所要量の決定

よつて粒度を求め、砂利、碎石に於ては吸水率、磨損率を、又砂に於ては有機物の含有量を求めたのである。

骨材の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響を求めるには、各種の配合に依り、多数の試験を行はねばならぬのであるが、本試験に於ては試料の少量のために配合を 1 種類とし、各種の砂利、碎石に對して多摩川産の砂を用ひて小型の而も少數の供試體に依つたものであるから、之を以て直ちに骨材の良否を判斷することは出来ないが、或程度の参考に供することが出来るものと考へられる。

II. 砂利に関する調査及び試験

[1] 一 般 的 性 質

試験に用ひた砂利は 52 種で、その採取箇所は圖-1 に示す如くである。集めた砂利に就いて行つた試験の結果は表-1 に示す通りで、この内、砂利の主要性質に就いて、夫々その最大値、最小値、平均値を示せば表-2 となる。

表-2 試験した砂利の主要性質

項 目	比 重	單位重量(kg/m ³)		空 隙 率 (%)		吸水率 (%)	泥 土 含有率 (%)	粗 粒 率	磨損率 (%)
		密 装	輕 装	密 装	輕 装				
最 大 値	2.79	1767	1660	40.0	45.1	3.7	2.7	8.09	16.9
最 小 値	2.39	1477	1312	31.9	36.4	0.4	0	6.41	2.5
平 均 値	2.57	1662	1540	35.4	40.2	1.5	0.7	7.24	8.9
試 験 數	52	52	52	52	52	52	52	52	14

表-3 本邦砂利の性質 (藤井技師調査)

項 目	比 重	磨 損 率 (%)	泥 土 含有率 (%)
最 大 値	2.67	19.90	1.9
最 小 値	1.94	1.90	0.0
平 均 値	2.46	7.10	0.82
試 験 數	42	41	5

表-4 本邦各地から集めた砂利の主要性質
(内藤, 吉田雨氏の調査)

項 目	比 重	空 隙 率	粗 粒 率
最 大 値	3.00	55.7	9.90
最 小 値	2.32	32.7	4.44
平 均 値	2.62	41.7	7.08
試 験 數	80	80	71

今回の試験の結果は以上の通りであるが、之を從來のものと比較するために、1, 2 の試験成績を掲げてみる。

表-3 は藤井技師の發表せられた試験結果である。

又内藤多仲氏、吉田享二氏が全國各地から材料を集めて試験を行ひ、建築雜誌 (第 481 號) に發表された調査書から砂利の主要性質を求めて之を示せば表-4 の如くである。

[2] 比 重

本試験に於ける砂利の比重の最大値は酒匂川水系河内川産の 2.79、最小値は利根水

系増田川産の 2.39 で、平均値は 2.57 を示し、平均値に於ては表-3、表-4 の値の中間に在ることとなる。

今、本試験によつて求められた砂利の比重を水系別に見るときは、各水系から採取した試料の数が等しくない

表-5 水系別に見た砂利の比重

水系別	最大値	最小値	平均値	試験数
利根川	2.65	2.39	2.54	32
荒川	2.64	2.58	2.61	5
富士川	2.68	2.60	2.64	5
多摩川	2.61	2.60	2.60	3
相模川	2.65	2.60	2.64	3

から一般的な結論は得られぬが、表-5に見られる如く、利根水系産の砂利の比重の平均値は 2.54 で他の水系のそれよりも稍小さい値を示し、富士川、相模川のものは稍大きな値を示してゐる。

[3] 空隙率

コンクリートの配合に影響することの大きいのは空隙率であるが、本試験に於ける砂利の空隙率は、密装の場合最大 40.0 %、最小 31.9 %、平均 35.4 % で、軽装の場合には夫々 45.1 %、36.4 %、40.2 % となつてゐる。

[4] 洗試験成績

砂利の洗試験の成績を見るに、表-1 に示す如く、全く清浄なものから、泥土含有率の最大 2.7 % に及ぶものまでであるが、一般に比較的清浄であることが分る。

[5] 粒度

表-8 鉄筋コンクリート標準示方書の粒度の規格と実績との比較

種別	最大目の篩通過量 (%)	最大目の $\frac{1}{2}$ の目の篩通過量 (%)	5 mm 板篩通過量 (%)	骨材の用途	種別	最大目の篩通過量 (%)	最大目の $\frac{1}{2}$ の目の篩通過量 (%)	5 mm 板篩通過量 (%)	骨材の用途
示方書の規格	95 以上	75~40	10 以下		示方書の規格	95 以上	75~40	10 以下	
No.1	48.7	0.4	0	鉄筋コンクリート	No.24	88.4	34.1	2.1	鉄筋コンクリート
2	72.1	7.8	0	〃	25	90.1	18.5	0	〃
3	91.1	40.7	0.3	〃	29	99.4	72.5	1.8	〃
4	82.7	44.3	0	〃	31	98.7	55.2	0.1	〃
5	96.1	42.7	8.4	〃	32	95.8	40.0	0	〃
6	97.6	29.8	4.1	〃	34	84.2	46.9	0.1	〃
7	90.6	33.0	5.1	〃	35	88.6	49.9	0.2	〃
8	96.6	85.6	2.1	〃	36	83.3	41.9	0.1	〃
10	98.6	39.8	1.4	〃	37	87.1	43.1	0.3	〃
11	80.0	38.0	0.4	〃	38	83.6	45.5	0.2	〃
12	89.3	57.5	7.7	構造物	40	71.7	41.3	1.8	〃
13	86.8	19.5	0	密装時に鉄筋コンクリート	41	100.0	70.0	0	鉄筋コンクリートにブロック
15	100.0	46.8	1.1	〃	42	100.0	85.5	0.1	〃
19	95.1	13.7	0	鉄筋コンクリート	45	90.3	3.8	0	鉄筋コンクリート
22	80.2	33.7	0.4	鉄筋コンクリートにブロック	52	70.2	0.2	0	鉄筋コンクリート
23	89.3	42.5	0.7	鉄筋コンクリート					

備考 〃 は不合格を示す。最大粒径 25 mm の $\frac{1}{2}$ の目の篩を 15 mm 目篩とした。

砂利の粒度は表-1, 表-2 に見られる通り, 和粒率の最大値は 8.09, 最小値は 6.41, 平均値は 7.24 となつてゐる。

次に, 篩分析試験の結果から, 是等の粗骨材が, 我國土木學會の鉄筋コンクリート標準示方書中に規定された粒度の規格に合格するかどうかを調べてみることにする。表-8 は規格と實際の成績とを對照したものである。

表-8 に掲げた骨材は試料の中から鉄筋コンクリート用骨材を選んだのであるが, 表に明かな通り, 規格に合

圖-2 (1) 砂利の篩分曲線圖

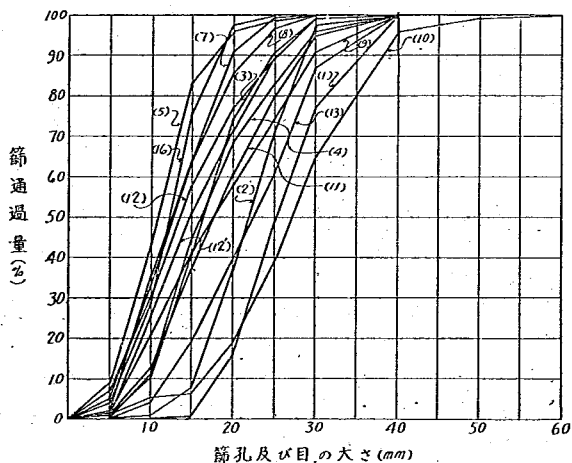


圖-2 (2).

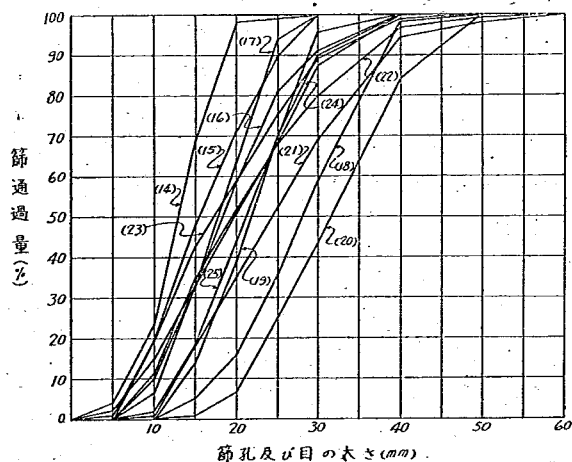


図-2 (3)

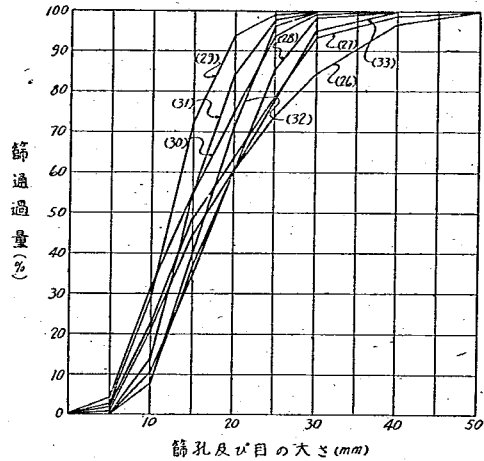
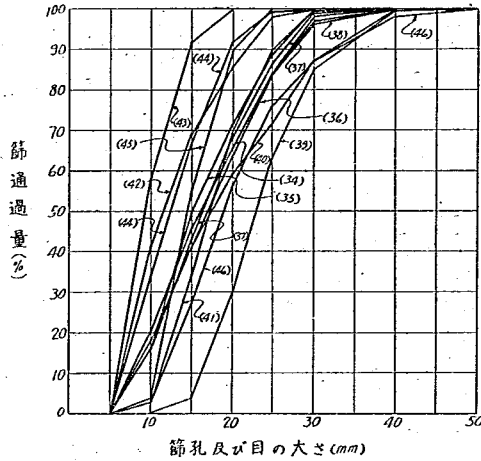


図-2 (4)



格するものは総数 31 の内僅かに 6 で合格率は 2 割にも達してゐない。

図-2 は篩分析試験によつて得た砂利の篩分曲線圖であるが、之によつて粒徑 10~20 mm の部分を著しく缺いてゐるものゝ多いことが知れる。

図-2 (5)

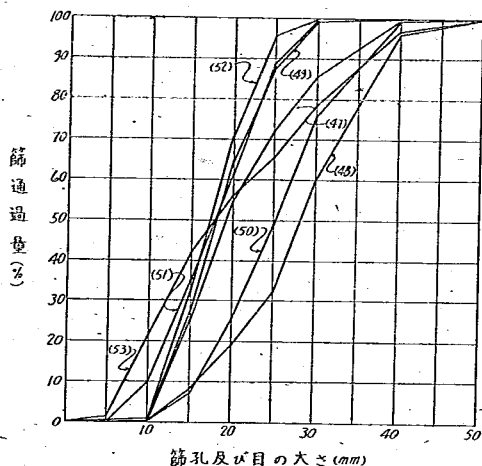
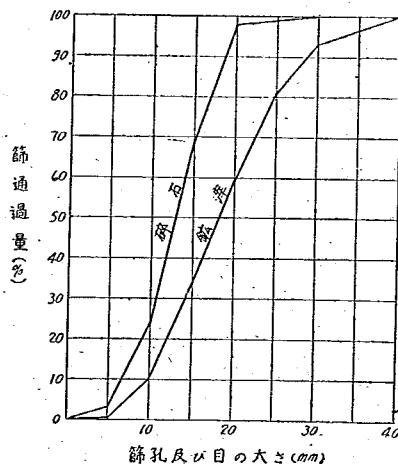


図-3 碎石及び鰹滓の篩分曲線図



III. 碎石及び鰹滓に関する調査及び試験

砂利以外に粗骨材として試験を行つたのは碎石と鰹滓各1種に過ぎなかつた。表-9はその試験の結果である。

表-9 碎石及び鰹滓の試験成績表

試料 番 号	種 別	産 地	使 用 事 務 所 名	比 重	単 位 重 量 (kg/m ³)		空 隙 率 (%)		吸 水 率 (%)	泥 土 含 有 率 (%)	磨 損 率 (%)
					密 装	輕 装	密 装	輕 装			
14	碎石	栃木縣葛生町	千葉國道	2.72	1543	1387	43.3	49.0	0.9	2.0	15.6
16	鰹滓	日本鋼管株式会社	新京濱國道	2.78	1631	1471	41.3	47.1	0.5	0.1	13.6

磨 損 係 数	粗粒率	篩 分 析 (mm)							示方粒徑 (mm)	用 途
		40~30	30~25	25~20	20~15	15~10	10~5	5 以下		
2.6	6.75	0	0.8	1.3	29.3	44.7	20.7	3.2	20 ~ 5	鋪装上層コンクリート
2.9	7.31	7.3	12.0	22.2	25.1	23.1	10.1	0.2	—	鋪装基層コンクリート

今之を砂利の場合に比較してみると、碎石、鰹滓共に空隙率の大きな點が目立つてゐる。

図-3は碎石、鰹滓の篩分曲線図で、砂利の場合と同様に粒徑10mm前後の部分が乏しいことが分る。

IV. 砂 に関する 調査 及び 試験

[1] 一 般 的 性 質

本試験で取扱つた砂は 37 種であるが、試験の結果は表-10 に示す通りである。

この内、砂の主要性質に就いて夫々その最大値、最小値、平均値を示せば表-11 となる。

表-11 試験した砂の主要性質

項 目	比 重	単位重量(kg/m³)		空隙率(%)		泥土含有率 (%)	有 機 物 含 有 量	粗 粒 率
		密 装	軽 装	密 装	軽 装			
最 大 値	2.89	1723	1583	47.7	53.5	3.4	標準色の 1/5	3.27
最 小 値	2.63	1380	1228	34.8	40.0	0.1	0	1.25
平 均 値	2.71	1585	1432	41.4	46.8	1.1	—	2.05
試 験 数	37	37	37	37	37	37	37	37

今之を既往の試験成績と比較するために、表-12, 13 を掲げる。

表-12 砂の主要性質(藤井技師調査)

項 目	比 重	空隙率(%)	泥土含有率 (%)
最 大 値	2.71	54.9	3.8
最 小 値	2.44	33.7	0.6
平 均 値	2.64	40.0	1.6

表-13 内藤、吉田兩氏による試験成績

項 目	比 重	空隙率(%)	粗 粒 率
最 大 値	2.89	54.0	4.23
最 小 値	2.44	29.5	0.65
平 均 値	2.58	40.5	2.18
試 験 数	80	78	69

[2] 比 重

本試験に於ける砂の比重の最大値は碓氷川産の 2.89、その最小値は富士川支流大柳川産の 2.63 で、平均値は 2.71 を示してゐる。

今之を表-12, 13 の値と比較すれば、最大値に於ては表-13 の夫と等しいが、最小値に於ては表-12, 13 に比べて稍々大きく、平均値も亦同様に大きな値を示してゐる。

表-14 産地別に見た砂の比重

産 地	砂の比重 平均値	産 地	砂の比重 平均値
利 根 本 川	2.70	鬼 怒 川	2.68
小 見 川	2.68	古 利 根 川	2.68
神 流 川	2.68	碓 氷 海 岸	2.67
鳥 川	2.81	釜 無 川	2.71
箱 川	2.78	大 柳 川	2.63
碓 氷 川	2.87	箱 吹 川	2.69
荒 川	2.69	碓 川	2.65
江 戸 川	2.72	多 摩 川	2.65
養 老 川	2.68		

本試験によつて得られた比重の値を産地別に示すときは表-14 となる。

此内最大値は鳥川の 2.81 で最小値は大柳川の 2.63 であるが、比較的比重の小さいと考へられてゐる江戸川の砂が 2.72 を示して中位にあり、多摩川の 2.65 と共に豫想外の値を示してゐる。砂は一般にその粒が細かい程比重が大きいものであるから、江戸川産の砂はその粒が比較的細かい爲に、軽石を含んでゐる割に比重が大きいといふことは考へられるが、多摩川産のものは粒も細かい方であるのに、石質のよい割には比重が小さいのである。

表-10 砂 試

試料 番號	産 地		使用場所	事務所名	比 重	單位重量(kg/m ³)	
	水系名	河川名				地 名	密 裝
No.1	利根川	利根川	千葉縣東葛飾郡我孫子町青山地先	—	2.70	1508	1360
2	〃	小貝川	茨城縣北相馬郡山王村岡堰下流地先	小貝川	2.72	1510	1350
3	〃	〃	茨城縣北相馬郡山王村二三成橋附近	〃	2.64	1380	1228
4	〃	神流川	埼玉縣兒玉郡賀美村地先	—	2.68	1630	1475
5	〃	〃	〃	—	2.68	1570	1420
6	〃	烏川	群馬縣多野郡小野村地先	—	2.80	1590	1428
7	〃	鎗川	〃	—	2.78	1608	1455
8	〃	烏川	高崎市下和田地先	—	2.84	1583	1408
9	〃	〃	群馬縣碓氷郡八幡村地先	—	2.78	1570	1415
10	〃	碓氷川	距離標2.4 km	—	2.89	1640	1495
11	〃	〃	同 6.0 km	—	2.85	1610	1463
12	荒川	荒川	埼玉縣北足立郡美谷本村地先	—	2.69	1475	1310
13	利根川	江戸川	千葉縣東葛飾郡松戸町地先葛飾橋上流	金町國道	2.69	1534	1373
14	〃	〃	〃	〃	2.71	1559	1410
15	〃	〃	〃	〃	2.68	1528	1380
16	〃	〃	市川市國府袋地先	千葉國道	2.67	1459	1304
17	養老川	養老川	千葉縣市原郡五井町地先	〃	2.66	1650	1509
18	〃	〃	〃	〃	2.69	1596	1449
19	〃	〃	〃	〃	2.69	1586	1323
20	利根川	鬼怒川	—	—	2.66	1619	1477
21	〃	〃	—	—	2.68	1550	1355
22	〃	古利根川	—	草加國道	2.68	1609	1463
23	—	—	千葉縣千葉郡幕張町海岸	—	2.68	1671	1514
24	—	—	〃	—	2.65	1677	1528
25	—	—	〃	—	2.66	1660	1519
26	—	—	〃	—	2.67	1664	1522
27	利根川	江戸川	—	—	2.74	1558	1424
28	〃	〃	—	—	2.76	1541	1394
29	〃	〃	—	—	2.77	1543	1420
30	富士川	釜無川	碓附附近	—	2.71	1628	1475
31	〃	大柳川	第三號堰堤上合流點より1600 m	—	2.63	1614	1480
32	〃	笛吹川	山梨縣東八代郡上曾根村地先	—	2.69	1552	1410
33	那珂川	碓川	—	—	2.65	1682	1568
34	利根川	鬼怒川	栃木縣河内郡平石村地先	—	2.71	1519	1388
35	多摩川	多摩川	東京府荏原郡六郷村六郷橋附近	—	2.64	1723	1583
36	〃	〃	東京府荏原郡調布村九子橋附近	—	2.66	1650	1360
37	〃	〃	神奈川縣橋樹郡高津村二子橋附近	—	2.64	1610	1455

驗 成 績 表

空隙率 (%)		混 土 含有率 (%)	有 機 物 含 有 量	粗粒率	篩 分 析 (mm)					
密 装	輕 装				5~2.5	2.5~1.2	1.2~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15以下
44.1	49.6	0.8	標準色の $\frac{1}{50}$	1.87	0.10	0.59	9.18	65.25	24.19	0.69
44.5	50.4	1.1	〃 $\frac{1}{20}$	1.60	0	0.10	1.21	56.08	40.90	1.71
47.7	53.5	3.4	〃 $\frac{1}{10}$	1.34	0	0.10	0.40	31.03	62.07	6.40
39.2	45.0	0.8	痕 跡	2.63	2.61	18.14	32.66	32.27	13.82	0.50
41.4	47.0	0.6	〃	2.27	0.80	6.01	25.43	54.25	13.11	0.40
43.2	49.0	2.3	標準色の $\frac{1}{50}$	1.83	0.80	1.41	10.25	52.27	31.15	4.12
42.2	48.0	1.5	〃 $\frac{1}{72}$	1.99	0.69	1.39	15.90	56.91	22.13	2.98
44.3	50.4	3.0	〃 $\frac{1}{17}$	2.20	0.90	4.11	28.16	43.88	19.04	3.91
43.5	49.1	2.8	〃 $\frac{1}{5}$	2.28	1.80	6.44	28.07	41.46	18.51	3.72
43.3	48.3	0.6	〃 $\frac{1}{25}$	2.45	0	6.82	41.52	40.02	10.53	1.11
43.5	48.7	0.2	〃 $\frac{1}{50}$	2.47	0	6.42	42.52	41.23	8.93	0.90
45.2	51.3	1.6	〃 $\frac{1}{40}$	1.54	0.40	0.70	3.90	41.14	51.15	2.71
43.0	49.0	0.7	〃 $\frac{1}{50}$	1.61	0.30	1.40	6.95	40.95	48.60	1.80
42.5	48.0	0.1	〃 $\frac{1}{50}$	1.86	0.40	2.10	13.45	50.10	32.15	1.80
43.0	48.5	0.8	〃 $\frac{1}{50}$	1.84	0.40	0.55	5.55	69.15	23.55	0.80
45.4	51.2	2.3	〃 $\frac{1}{40}$	1.25	0	0.35	1.50	20.05	72.45	5.65
38.0	43.3	1.0	〃 $\frac{1}{50}$	2.18	1.10	3.80	26.80	47.40	19.90	1.00
40.7	46.1	1.0	〃 $\frac{1}{75}$	1.71	0.40	1.20	11.60	40.90	43.70	2.20
41.0	47.1	0.5	〃 $\frac{1}{75}$	1.36	0.10	0.20	3.50	26.50	64.50	5.00
39.1	44.5	0.1	〃 $\frac{1}{80}$	2.90	3.59	11.64	56.74	27.38	0.55	0.10
42.2	49.4	0.7	〃 $\frac{1}{52}$	2.04	0.54	1.75	16.03	64.53	16.79	0.35
40.0	45.4	0.6	〃 $\frac{1}{57}$	3.01	1.22	22.65	53.27	16.53	3.88	2.45
37.7	43.5	0.4	〃 $\frac{1}{51}$	1.72	0.05	0.45	10.61	47.75	38.74	2.40
36.7	42.3	0.1	〃 $\frac{1}{52}$	2.00	0.04	1.05	16.99	62.09	19.51	0.32
37.6	42.9	0.8	〃 $\frac{1}{57}$	1.70	0.21	2.73	12.27	34.91	47.01	2.87
37.5	42.8	0.7	〃 $\frac{1}{50}$	1.98	0.20	1.07	16.94	58.14	21.93	1.72
43.1	48.0	1.7	〃 $\frac{1}{55}$	1.92	1.62	2.83	15.35	50.83	28.42	0.94
44.2	49.5	1.3	〃 $\frac{1}{52}$	1.91	0.30	0.95	11.80	62.95	23.60	0.39
44.3	48.7	1.2	〃 $\frac{1}{50}$	1.96	0.45	1.83	11.21	55.05	31.18	0.28
39.9	45.6	2.4	痕 跡	2.36	4.90	8.67	24.60	38.25	21.50	2.08
38.6	43.7	0.7	0	2.52	0.45	18.47	30.66	29.74	18.03	2.64
42.3	47.6	0.5	標準色の $\frac{1}{52}$	2.52	5.49	5.37	31.30	50.74	6.88	0.32
36.5	40.8	2.0	〃 $\frac{1}{50}$	3.27	21.86	18.93	28.97	21.04	7.64	1.55
44.0	48.8	0.4	〃 $\frac{1}{51}$	1.97	1.62	2.83	15.35	50.83	28.42	0.94
34.8	40.0	1.1	〃 $\frac{1}{55}$	2.45	11.81	6.01	19.12	36.04	23.22	3.80
38.0	40.5	0.9	—	1.40	0.08	0.12	1.10	37.01	60.38	1.30
39.0	44.9	0.7	標準色の $\frac{1}{72}$	2.10	0.94	4.13	23.03	48.71	22.13	1.07

備考 — は最大又は最小値

[3] 空隙率

本試験に於ける砂の空隙率は、密装の場合その最大値 47.7%，最小値 34.8%，平均値は 41.4% で、軽装の場合には夫々 53.5%，40.0%，46.8% を示してゐる。今之を表-12, 13 に比較してみると、密装の値に於て、最大値は兩者よりも小さく、最小値は大、平均値に於ては兩者よりも幾分大きな値を示してゐる。

[4] 洗試験成績

砂の洗試験の成績は表-10, 11 に示す如く、泥土含有率は最小 0.1%，最大 3.4%，平均 1.1% で、土木學會鐵筋コンクリート標準示方書に規定する最大限度 3% を超えるものが 2 件ある。

[5] 粒度

砂の粒度は表-10, 11 に見る如く、粗粒率の最大値は 3.27，最小値は 1.25，平均値は 2.05 であるが、之を表-13 に比べてみると、最大値に於て小さく、最小値に於て大きく、平均値に於て稍々小さな値を示してゐる。

今、砂の篩分析試験の結果を、土木學會の鐵筋コンクリート標準示方書の規定と比べてみると表-15 の如きものとなる。

表-15 鐵筋コンクリート標準示方書の粒度の規格と実績との比較

種別	5 mm 板篩を通過する量 (%)	0.3 mm 網篩を通過する量 (%)	0.15 mm 網篩を通過する量 (%)	洗試験に依りて失はるる量 (%)	種別	5 mm 板篩を通過する量 (%)	0.3 mm 網篩を通過する量 (%)	0.15 mm 網篩を通過する量 (%)	洗試験に依りて失はるる量 (%)
示方書の規格	100	30以下10以上	6以下	3以下	示方書の規格	100	30以下10以上	6以下	3以下
No.1	100	24.9	0.7	0.8	No.20	100	0.7	0.1	0.1
2	100	42.6	1.7	1.1	21	100	17.2	0.4	0.7
3	100	68.5	6.4	3.4	22	100	6.3	2.5	0.6
4	100	14.3	0.5	0.8	23	100	41.1	2.4	0.4
5	100	13.5	0.4	0.6	24	100	19.8	0.3	0.1
6	100	31.2	4.1	2.3	25	100	49.9	2.9	0.8
7	100	25.1	3.0	1.5	26	100	23.7	1.7	0.7
8	100	23.0	3.9	3.0	27	100	29.4	0.9	1.7
9	100	22.2	3.7	2.8	28	100	24.0	0.4	1.3
10	100	11.6	1.1	0.6	29	100	31.5	0.3	1.2
11	100	9.8	0.9	0.2	30	100	23.6	2.1	2.4
12	100	53.9	2.7	1.6	31	100	20.7	2.6	0.7
13	100	50.4	1.8	0.7	32	100	7.2	0.3	0.5
14	100	34.0	1.8	0.1	33	100	9.2	1.6	2.0
15	100	24.4	0.8	0.8	34	100	29.4	0.9	0.4
16	100	78.1	5.7	2.3	35	100	27.0	3.8	1.1
17	100	20.9	1.0	1.0	36	100	61.7	1.3	0.9
18	100	45.9	2.2	1.0	37	100	23.2	1.1	0.7
19	100	69.5	5.0	0.5					

備考 — は不合格を示す。

表-15 を見るに、土木學會の規格に合格するものは總數 37 の内 19 で、約半数は不合格となつてゐるが、その殆ど全部は 0.3 mm 網篩を通過する量の制限に觸れてゐるもので、その内の大多數は細粒過多による不合格である。

今、砂の粒度を篩分曲線によつて示せば圖-4 となる。

圖-4 (1) 砂 の 篩 分 曲 線 圖

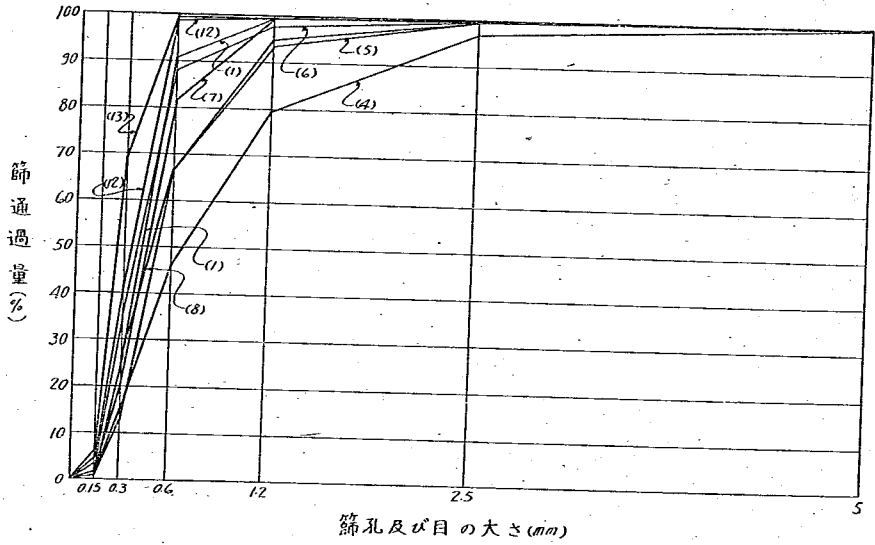


圖-4 (2)

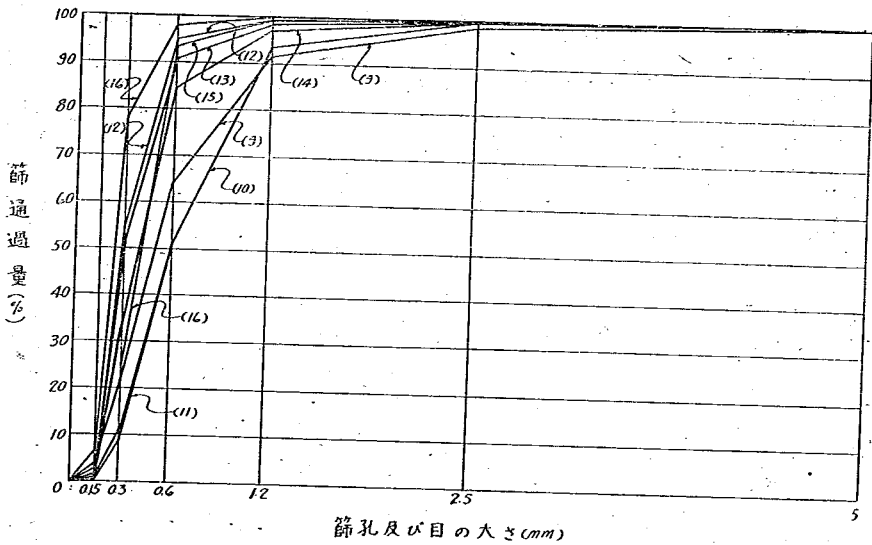


圖-4 (3).

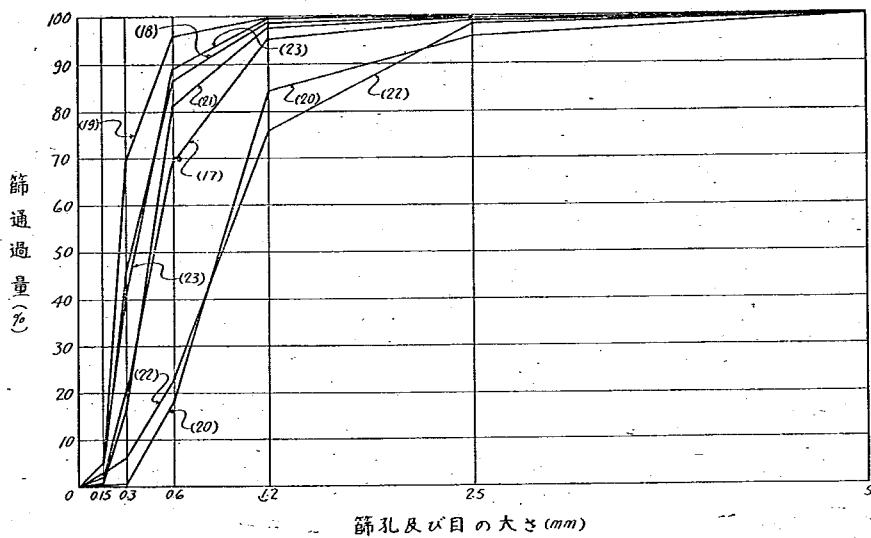


圖-4 (4)

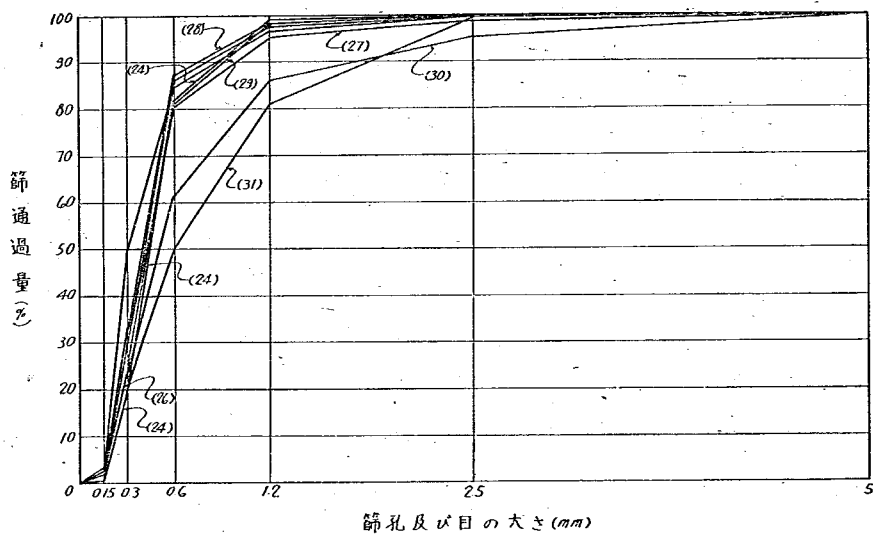
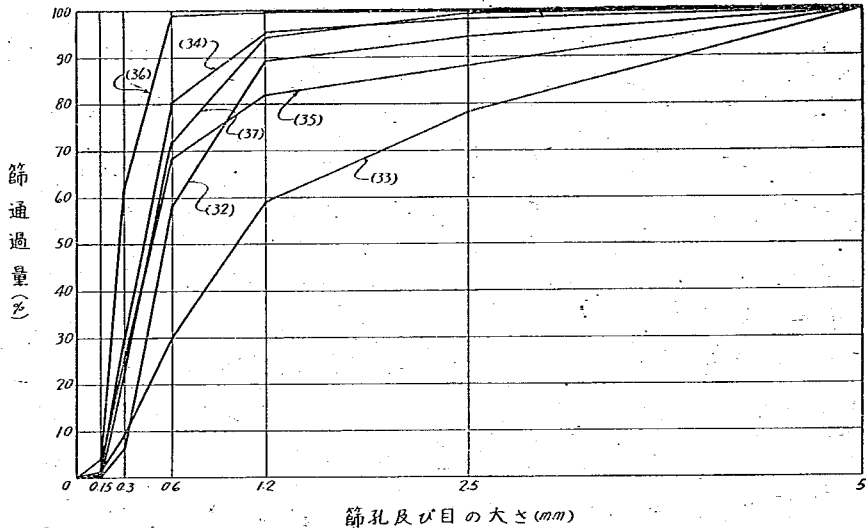


図-4 (5)



[6] 有機物含有量

砂の有機物含有量の試験の結果は表-10, 11 によつて明かな様に、標準色を超えるものは全くなく、その最も不良な場合も標準色の $\frac{1}{2}$ を示すに止まり、本試験に就いては概して良好な成績を示してゐる。

V. 粗骨材の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響に関する試験

集めた粗骨材によつて、その各々の性質がコンクリートの強度に及ぼす影響を知るために、壓縮強度試験を行つたのであるが、試料が少量な爲に配合も唯 1 種に止め、小型の供試験に依つたものであるから、その結果を以て直ちに粗骨材の良否を判断する譯にはゆかないが、その判断の資料として役立つものと考へられる。

[1] 試験方法

表-1 に示されてゐる性質をもつた砂利、碎石、鑛滓を粗骨材とし、之に多摩川産の砂を細骨材とし、浅野ポルトランド・セメントを用ひ、配合 1:2:4、水セメント比 60% とし、径 10 cm、高さ 20 cm の供試験を粗骨材 1 種に就いて 6 個宛造り、材齢 4 週目の壓縮強さを試験したものである。

[2] 試 験 成 績

試験の結果は表-16 に示す通りである。

今、スランプの値を見るに、最大値は 16.9 cm を示すに對してその最小値は 0.5 cm に止まり、同一の細骨材を用ひ、水セメント比を等しくするにも關らず、粗骨材の異ると共にスランプに大きな差が生じてゐることが分る。

又コンクリートの單位重量を見るに、最大値は 2504 kg/m³、最小値は 2326 kg/m³、平均値は 2411 kg/m³ となつてゐる。

表によつて明かな通り、圧縮強さの最大値は 411 kg/cm²、最小値は 169 kg/cm²、平均値は 262 kg/cm² である。

而して、最大値の 411 kg/cm² は驚くべき高強度であるが、300 kg/cm² の高強度を示すものが此外に尙 8 種もあり、一般に高強度を示してゐる。

表-16 コンクリート 圧縮強度試験成績

粗骨材試 料 番 號	コンクリート のスランプ (cm)	コンクリート の材齡 (日)	コンクリートの 單位重量 (kg/m ³)	コンクリートの 圧縮強さ (kg/cm ²)	粗骨材試 料 番 號	コンクリート のスランプ (cm)	コンクリート の材齡 (日)	コンクリートの 單位重量 (kg/m ³)	コンクリートの 圧縮強さ (kg/cm ²)
No.1	11.8	29	2453	190	No.27	10.8	28	2404	251
2	12.0	〃	2429	254	28	2.9	〃	2393	253
3	11.1	〃	2407	271	29	3.0	〃	2409	295
4	7.4	28	2398	246	30	1.8	〃	2402	264
5	4.8	〃	2372	228	31	5.2	〃	2429	281
6	2.1	〃	2367	299	32	1.8	〃	2424	277
7	2.0	〃	2409	266	33	9.5	〃	2400	242
8	2.7	〃	2410	277	34	7.0	〃	2389	219
9	1.8	〃	2368	318	35	2.0	〃	2384	264
10	13.7	〃	2437	177	36	8.6	〃	2409	271
11	8.5	〃	2429	290	37	8.7	〃	2412	281
12	10.0	〃	2430	251	38	3.7	〃	2424	271
12 ¹	6.5	〃	2421	213	39	16.0	〃	2440	207
13	10.2	〃	2400	169	40	15.5	〃	2392	267
14	1.3	〃	2435	282	41	4.1	〃	2390	260
15	8.6	〃	2431	212	42	2.4	〃	2396	386
16	10.3	〃	2467	199	43	0.8	〃	2389	411
17	15.5	〃	2428	176	44	3.2	〃	2405	352
18	15.8	〃	2504	201	45	4.1	〃	2405	341
19	16.2	〃	2441	262	46	12.7	〃	2449	314
20	15.8	〃	2453	187	47	0.5	〃	2326	290
21	11.5	〃	2429	191	48	1.7	〃	2359	235
22	15.0	〃	2475	272	49	1.5	〃	2339	314
23	8.5	〃	2423	279	50	7.0	〃	2376	308
24	6.0	〃	2398	232	51	1.3	〃	2373	316
25	16.0	〃	2415	226	52	16.9	29	2421	271
26	11.0	〃	2394	246	53	3.8	〃	2436	291

之等の高強度を示したものに就いて、骨材並に之によつて作つたコンクリートの主な性質を示せば表-17の通りである。

表-17 高圧縮強度を示したコンクリート及びその粗骨材の性質

試料番號	砂利の比重	砂利の粗粒率	コンクリートのスランブ (cm)	コンクリートの単位重量 (kg/m ³)	コンクリートの圧縮強度 (kg/cm ²)
No. 9	2.44	7.21	1.8	2368	318
42	2.53	6.73	2.4	2396	386
43	2.56	6.41	0.8	2389	411
44	2.53	6.74	3.2	2405	352
45	2.54	7.06	4.1	2405	341
46	2.64	7.42	12.7	2449	314
49	2.40	7.36	1.5	2339	314
50	2.46	7.74	7.0	2376	308
51	2.43	7.28	1.3	2373	316

表に掲げた諸性質の内、特に他のものと異なる點を挙げれば、砂利の粗粒率が比較的小さいこと、又コンクリートのスランブも大部分小さな値を示してゐることである。

之に對して圧縮強さの小さなものに就いてみるに、圧縮強さ 200 kg/cm² 以下を示すものは鐵筋の No. 16 を除けば 6 種で、之に就いて骨材並にコンクリートの性質の主なものを掲げれば表-18 となる。

表-18 低圧縮強度を示したコンクリート及びその粗骨材の性質

試料番號	砂利の比重	砂利の粗粒率	コンクリートのスランブ (cm)	コンクリートの単位重量 (kg/m ³)	コンクリートの圧縮強度 (kg/cm ²)
No. 1	2.60	7.84	11.8	2453	190
10	2.63	7.78	13.7	2437	177
13	2.53	7.56	10.2	2400	169
17	2.60	7.29	15.5	2428	176
20	2.63	8.09	15.8	2453	187
21	2.68	7.69	11.5	2429	191

之を表-17 の數値に比べてみると、砂利の比重、及び粗粒率、コンクリートのスランブ並にその単位重量の大きいことが分る。コンクリートの単位重量の大きいことは強度の點では有利であるべきであるが、それにも關はらず強度が低いのは主として粗粒率の大き

なことに原因がある様に見える。

又この中には No. 10, No. 20, No. 21 の如く、60 mm ~ 50 mm の如き粒徑の大きなものを含んで居ることを見れば、コンクリート供試體の徑 10 cm に對して、骨材の最大粒徑が大き過ぎたことも強度低下の原因の 1 つに數へられねばならない。

[3] 骨材の粗粒率とコンクリートの圧縮強さ

骨材の粒徑はコンクリートの圧縮強さに重大な影響を與へる。コンクリートの配合及び使用水量が一定で、且その締固めが一定であれば、コンクリートの圧縮強さは骨材の粗粒率と共に大きくなるが、骨材の最大寸法が一定の場合には其處に限度があり、最大寸法 30 mm 以内の場合には、この限度は粗粒率 6.0~6.5 であることが

エブラムスの実験によつて示されてゐる

今、本試験の結果から、粗骨材の粗粒率とコンクリートの圧縮強さとの関係を圖に示してみようと圖-5となる。

圖-5 はコンクリートの圧縮強さが粗骨材の粗粒率の増加と共に減少してゐることを示してゐる。圖-5 の粗粒率は粗骨材の粗粒率で、之に砂を配合した場合には粗粒率は 5.0~6.0 の程度となるから、強度低下の粗粒率の限度はエブラムスの実験に於ける 6.0~6.5 よりも相當低くなる譯である。

[4] コンクリートの単位重量

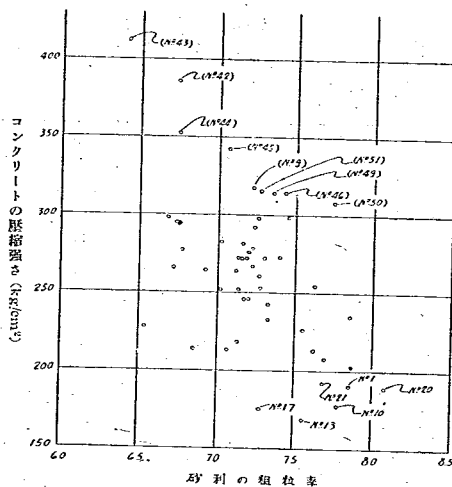
試験の結果を見るに、コンクリートの単位重量は前記の如く最大 2504 kg/m³、最小 2326 kg/m³、平均 2411 kg/m³ となつてゐる。

本試験に於ては、骨材の最大寸法に比べて供試體の寸法が小さかつた爲に、コンクリートの単位

重量が比較的大きな値を示したものと考へられるから、之によつて直ちに現場のコンクリートの単位重量を推定することは出来ないが、最近、比較的固練りのコンクリートを用ひ、振動器その他によつて緻密なコンクリートを造る傾向が著しいことを考へれば、コンクリートの単位重量の増加は必至の勢と言はねばならない。

今、普通の鉄筋コンクリート桁橋を一例とし、単位重量 2411 kg/m³ のコンクリートに 1.85 % の鉄筋比を用ひた場合の鉄筋コンクリートの単位重量を求めるときは 2511 kg/m³ となり、設計荷重に用ひる 2400 kg/m³ に對して 5 % に近い超過となり、本試験に於ける最大値 2504 kg/m³ を以てすれば 8 % 餘の超過となる。

圖-5 粗骨材の粗粒率とコンクリートの圧縮強さとの關係



VI. コンクリートの骨材の所要量

[1] コンクリートの従來の配合、及びそのコンクリートの練立容積

一般構造物並に舗装に用ひられるコンクリートの配合は、1:1.5:3, 1:2:4, 1:3:6 の3種を普通とするが、東京土木出張所に於ては、是等の配合に對する 1 m³ 當りの所要材料を表-19 の如く定めるのを普通と

表-19 東京土木出張所に於けるコンクリート 1 m³ 當りの所要材料

配 合	粗 骨 材 (m ³)	細 骨 材 (m ³)	セメント (kg)
1 : 1.5 : 3	0.90	0.45	420
1 : 2 : 4	0.90	0.45	315
1 : 3 : 6	0.90	0.45	210

してゐる。

コンクリートの練立容積を求めるには、2, 3 の實驗公式もあるが、之は概算に止まり、之を正確に知るには個々の場合に就いて實驗を試みるより外に途はない。従つて、本試験に於て取扱つた骨材を用ひてコンクリートを混合した場合に、表-19 の

使用量によつて、幾何の練立容積が得られるかは、實驗によらねば正確な値を求め得ないのであるが、各種の骨材に對して、相對的な數値を求めて之を比較することは計算によつても容易に出来るのである。

若し、コンクリートの配合並に施工が適當で、使用水量の過多による水の分離又は使用水量の過少、締固めの不足による空氣の殘留がないものとなれば、コンクリートの練立容積は骨材並にセメントの絕對容積と使用した水の容積との和と考へることが出来る。

今、 V_1 :粗骨材の使用量 (m^3)、 V_2 :細骨材の使用量 (m^3)、 C :セメントの使用量 (kg)、 w :水セメント重量比、 v_1 :粗骨材の空隙率、 v_2 :細骨材の空隙率、 s :セメントの比重とすれば、上記の條件を滿足する場合、コンクリートの練立容積 Q は次の式で表はされる。

$$Q = V_1 (1-v_1) + V_2 (1-v_2) + C \left(\frac{1}{s \times 1000} + \frac{w}{1000} \right)$$

以下、表-1 並に表-10 に掲げた細粗骨材の中から、空隙率の兩極値を選んで、表-19 の配合並に種々の使用水量に就いて練立容積を計算してゐる。但、此場合、 s の値を 3.13 とする。

表-20 空隙率最小の骨材によるコンクリートの練立容積
 $v_1=0.364$ $v_2=0.400$ の場合

配 合	粗 骨 材 使 用 量 V_1 (m^3)	細 骨 材 使 用 量 V_2 (m^3)	セメント 使 用 量 C (kg)	水セメント 重 量 比 w	コンクリート 練立容積 Q (m^3)
1 : 1.5 : 3	0.9	0.45	420	0.6	1.138
				0.3	1.012
1 : 2 : 4	0.9	0.45	315	0.8	1.105
				0.5	1.010
1 : 3 : 6	0.9	0.45	210	0.8	0.987
				0.5	0.924

表-21 空隙率最大の骨材によるコンクリートの練立容積
 $v_1=0.451$ $v_2=0.535$ の場合

配 合	V_1	V_2	C	w	Q
1 : 1.5 : 3	0.9	0.45	420	0.6	1.086
				0.3	0.963
1 : 2 : 4	0.9	0.45	315	0.8	1.056
				0.5	0.961
1 : 3 : 6	0.9	0.45	210	0.8	0.938
				0.5	0.875

表-20 及び表-21 を見れば、コンクリートの配合並に使用水量がその練立容積に對して著しく影響することが明かに分ると共に、表-19 に示された使用水量によるときは、富配合で而も使用水量の比較的多い場合には何等不都合はないが、配合 1 : 3 : 6 以下の貧配合の場合には、設計量だけのコンクリートが得られず、現場に於ては、常に材料の不足に悩むこととなるのは一見して明かである。この傾向は、鋪裝基礎用の貧配合固練りのコンクリートに於て特に著しいのは當然で、空隙の特に多い骨材を使ふ場合には、練立容積は $0.875 m^3$ にしか過ぎぬこともあり得るのである。

斯の如く、鋪裝基礎用コンクリートの如き比較的貧配合で而も固練りのものと、鐵筋コンクリート

用の如き富配合、軟練りのものとに於て、練立容積に大きな差のある以上、所要材料の計上に當つて兩者を同一視することの不合理であることは一見して明かである。

従つて、現場に於ける使用材料に過不足のない様にするには、從來の設計に多少の訂正を加へる必要があるのである。

[2] 骨材の性質に應ずる練立容積及び骨材の所要量

コンクリートの施工時に於ける骨材並にコンクリートの散失は避け難いことで、従つて設計に當つては、計算上の練立量に幾何かの餘裕が加へられねばならない。

骨材はその貯藏及び運搬の間に散失を生ずるが、その散失の割合は骨材の種類及びその量、貯藏の方法及びその期間等、種々の事項によつて影響されるから、之を一律に推定することは不合理である。

又、コンクリートの施工に際しては、使用水量の多い場合には、水の分離によるコンクリートの沈下収縮が多いが、之も亦練立容積に影響して來ることは明かである。

従つて、練立容積を幾何にとつて設計するのが最も合理的かといふことは容易に定め難いのであるが、普通、現場に於ては、設計容積に 1 割程度の餘裕が含まれてゐれば不便はないと考へられてゐる。

今、骨材の空隙率を數値に分け、之に對して、練立容積が約 1.1 m^3 となる様に材料の使用量を求めてみると表-22~27 となる。此場合 C を定めるにはセメントの單位重量を 1500 kg/m^3 とする。

表-22 配合 1:1.5:3 粗骨材の空隙率 $v_1=0.35\sim0.40$ の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント比 w	粗骨材の使用量 $V_1 (\text{m}^3)$	細骨材の使用量 $V_2 (\text{m}^3)$	セメントの使用量 $C (\text{kg})$	コンクリート練立容積 $Q (\text{m}^3)$
0.40	0.6	0.80	0.40	400	1.128~1.088
	0.3	0.90	0.45	450	1.124~1.079
0.45	0.6	0.81	0.41	405	1.125~1.084
	0.3	0.91	0.46	455	1.127~1.081
0.50	0.6	0.83	0.42	415	1.132~1.090
	0.3	0.93	0.47	465	1.128~1.081
0.55	0.6	0.84	0.42	420	1.121~1.079
	0.3	0.95	0.48	475	1.128~1.080

表-23 配合 1:1.5:3 粗骨材の空隙率 $v_1=0.40\sim0.45$ の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント比 w	粗骨材の使用量 $V_1 (\text{m}^3)$	細骨材の使用量 $V_2 (\text{m}^3)$	セメントの使用量 $C (\text{kg})$	コンクリート練立容積 $Q (\text{m}^3)$
0.40	0.6	0.83	0.42	415	1.132~1.091
	0.3	0.93	0.47	465	1.128~1.082
0.45	0.6	0.84	0.42	420	1.121~1.079
	0.3	0.95	0.48	475	1.128~1.081
0.50	0.6	0.86	0.43	430	1.126~1.083
	0.3	0.97	0.49	485	1.127~1.079
0.55	0.6	0.88	0.44	440	1.131~1.087
	0.3	0.99	0.50	495	1.126~1.077

表-24 配合 1:2:4 粗骨材の空隙率 $v_1=0.35\sim0.40$ の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m ³)	細骨材の使用量 V_2 (m ³)	セメントの量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m ³)
0.40	0.8	0.82	0.41	308	1.124~1.083
	0.5	0.89	0.45	334	1.123~1.078
0.45	0.8	0.84	0.42	315	1.130~1.088
	0.5	0.91	0.46	341	1.124~1.078
0.50	0.8	0.85	0.43	319	1.125~1.082
	0.5	0.93	0.47	349	1.126~1.079
0.55	0.8	0.87	0.44	326	1.129~1.085
	0.5	0.95	0.48	356	1.126~1.078

表-25 配合 1:2:4 粗骨材の空隙率 $v_1=0.40\sim0.45$ の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m ³)	細骨材の使用量 V_2 (m ³)	セメントの量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m ³)
0.40	0.8	0.85	0.43	319	1.125~1.083
	0.5	0.93	0.47	349	1.126~1.080
0.45	0.8	0.87	0.44	326	1.129~1.086
	0.5	0.95	0.48	356	1.126~1.079
0.50	0.8	0.89	0.45	334	1.133~1.089
	0.5	0.97	0.49	364	1.125~1.078
0.55	0.8	0.91	0.46	341	1.135~1.090
	0.5	0.99	0.50	371	1.123~1.074

表-26 配合 1:3:6 粗骨材の空隙率 $v_1=0.35\sim0.40$ の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m ³)	細骨材の使用量 V_2 (m ³)	セメントの量 C (kg)	コンクリート練立容積 Q (m ³)
0.40	0.8	0.90	0.45	225	1.124~1.079
	0.5	0.97	0.49	243	1.124~1.075
0.45	0.8	0.92	0.46	230	1.126~1.080
	0.5	0.99	0.50	248	1.122~1.072
0.50	0.8	0.94	0.47	235	1.129~1.082
	0.5	1.02	0.51	255	1.127~1.076
0.55	0.8	0.96	0.48	240	1.127~1.079
	0.5	1.04	0.52	260	1.123~1.071

表-27 配合 1:3:6 粗骨材の空隙率 $v_1=0.40\sim0.45$ の場合

細骨材の空隙率 v_2	水セメント比 w	粗骨材の使用量 V_1 (m ³)	細骨材の使用量 V_2 (m ³)	セメントの量 C (kg)	コンクリート 練立容積 Q (m ³)
0.40	0.8	0.94	0.47	235	1.127~1.080
	0.5	1.02	0.51	255	1.127~1.076
0.45	0.8	0.96	0.48	240	1.127~1.079
	0.5	1.04	0.52	260	1.123~1.071
0.50	0.8	0.98	0.49	245	1.126~1.077
	0.5	1.06	0.53	265	1.118~1.065
0.55	0.8	1.00	0.50	250	1.124~1.074
	0.5	1.09	0.55	273	1.126~1.072

表-28 配合, 空隙率, 使用水量と骨材所要量との関係

配 合	粗 骨 材 の 空 隙 率	細 骨 材 の 空 隙 率	水セメント 重 量 比	粗 骨 材 の 所 要 量
1:1.5:3	0.35~0.40	0.40~0.55	0.6 0.3	0.80~0.84 0.90~0.95
	0.40~0.45	〃	0.6 0.3	0.83~0.88 0.93~0.99
1:2:4	0.35~0.40	〃	0.8 0.5	0.82~0.87 0.89~0.95
	0.40~0.45	〃	0.8 0.5	0.85~0.91 0.93~0.99
1:3:6	0.35~0.40	〃	0.8 0.5	0.90~0.96 0.97~1.04
	0.40~0.45	〃	0.8 0.5	0.94~1.00 1.02~1.09

表-29 配合, 空隙率, 使用水量の骨材所要量に及ぼす影響

配 合 の 影 響	8~14%
骨材の空隙率の影響	10~12%
使用水量の影響	8~13%

即ち、コンクリートの材料所要量に対する配合、骨材の空隙率、使用水量の影響はいつも 10% 前後を示し、所要材料の設計に際しては、三者を等しく考慮に入れねばならないことが明かである。

コンクリートの設計に當つて、表-22~27 に示す如く、骨材の性質、コンクリートの調度等に應じて、各々場合に對して練立容積を一定にする様に材料所要量を定めれば合理的ではあるが、之は極めて煩雜となり、實用には却つて不便を伴ふこととなるから、實際の場合は、設計に際しては之を僅かの種類に統一し、材料の購入の場合に之が補正を施こして所要數量を決める外はない。

今、以上の論議から東京土木出張所で用ひるための標準を作つてみる。

表—30 の標準所要量は、骨材の空隙率の中間を得たものに對する配合で、實地に於ては、使用する骨材の空隙率の大小を考慮して、適當な補正を加へて材料を購入しなければならない。

而して、本配合は又、コ

ンクリートの練立容積を考慮して骨材の所要量を定めることを主とし、セメントの所要量は、骨材の所要量との割合によつて定めたものであるから、セメントの所要量に對しては、コンクリートの強度其他の點を考慮して、別に検討されねばならないことは勿論である。

表—30 材料の標準所要量案

配 合	剛 度	材 料 所 要 量		
		粗 骨 材 (m^3)	細 骨 材 (m^3)	セメント (kg)
1 : 1.5 : 3	軟 練	0.90	0.45	450
	固 練	0.95	0.48	475
1 : 2 : 4	軟 練	0.90	0.45	338
	固 練	0.95	0.48	356
1 : 3 : 6	軟 練	1.00	0.50	250
	固 練	1.00	0.50	250

附 記 本文に記した各種の試験は、元所員小川氏、出征中名譽の戦死を遂げられた松岡氏等の手に成つたもので、試料の入手に盡力された東京土木出張所各現場の諸氏並に試験に盡力された前記諸氏に對し、茲に厚く感謝の意を表する次第である。